ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 NOVEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Samedi on a rendu les derniers devoirs à une femme qui pendant la guerre franco-allemande a accompli des actes vraiment héroïques. Receveuse de la poste dans une commune de la région envahie, elle a arrêté les dépêches de l'armée ennemie et informé les autorités militaires françaises. Mlle Dodu avait été honorée par les dernières volontés de notre éminent confrère le baron Larrey. De son vivant elle a fondé un prix que nous décernons chaque année, le prix Larrey.

Les grands corps de l'État étaient représentés à ses funérailles. Votre président y a apporté l'expression de votre admiration et de votre reconnaissance.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie les *Rapports scientifiques sur les travaux entrepris en* 1908 *au moyen des subventions de la Caisse des Recherches scientifiques*.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les phosphures de fer.*
Note de MM. **Le Chatelier** et **S. Wologdine**.

L'étude précise des combinaisons binaires des métaux présente aujourd'hui une grande importance pour les progrès de la Chimie minérale. Les rapports de combinaisons sont certainement soumis à des lois précises. Celle des rap-

ports simples est connue depuis l'origine même de la science chimique, mais tous les rapports simples, possibles d'après cette loi, ne se rencontrent pas dans les composés existant réellement; d'autres relations doivent limiter le nombre des rapports arithmétiques admissibles.

La règle des valences joue précisément ce rôle limitatif pour les composés du carbone. On avait cru un moment pouvoir l'appliquer à tous les corps simples; il n'en est rien. Les métaux donnent certainement des combinaisons compatibles avec cette loi, mais ils en donnent aussi un certain nombre absolument incompatibles avec elle, tels les sous-oxydes des métaux alcalins, étudiés d'une façon si précise par M. Rengade.

Il semble facile, à première vue, de rechercher les relations valables pour les différents corps simples, en dressant des Tableaux complets de toutes leurs combinaisons et les comparant entre eux. Malheureusement, une bonne moitié des composés minéraux aujourd'hui décrits n'ont jamais existé que dans l'imagination de leurs auteurs; leur présence masque nécessairement toute loi. Trop souvent, on a analysé des précipités informes ou des masses fondues, sans vérifier au préalable leur homogénéité, puis on leur a donné de belles formules qui leur ont créé un droit à l'existence. Il faut aujourd'hui reviser tous les anciens travaux; rien ne peut être considéré comme définitif, en dehors des corps solubles et cristallisables.

Nous nous sommes proposé de faire cette revision pour une famille de composés, particulièrement intéressante au point de vue métallurgique : les phosphures de fer.

Les phosphures de fer décrits aujourd'hui sont au nombre de neuf, en en laissant encore de côté une demi-douzaine, dont l'existence est appuyée sur des bases trop fragiles pour mériter même une mention; ce sont les suivants :

$$Fe^6P,\quad Fe^4P,\quad Fe^3P,\quad Fe^5P^2,\quad Fe^2P,\quad Fe^4P^3,\quad FeP,\quad Fe^3P^4,\quad Fe^2P^3.$$

Les composés Fe^6P et Fe^4P n'existent certainement pas. On obtient sans difficulté des masses fondues de cette composition, mais l'examen métallographique montre immédiatement leur hétérogénéité. L'alliage est composé de cristallites de Fe^3P enveloppé par un eutectique plus riche en fer. Ces résultats sont absolument conformes à ceux que Stead avait obtenus antérieurement.

1° Fe^3P. — Ce phosphure, isolé par Stead des fontes phosphoreuses au moyen d'une attaque par un acide faible, peut être obtenu par d'autres procédés; nous l'avons préparé en chauffant dans un tube à essai un mélange

de 9 parties de fer réduit et 1 partie de phosphore. La réaction se produit avec incandescence. La masse est pulvérisée et séparée par l'aimant en deux parties : la plus magnétique présente exactement la composition Fe^3P. On l'obtient encore en fondant du cuivre phosphoré avec une quantité suffisante de fer, qui doit être déterminée par quelques tâtonnements. On trouve après refroidissement deux couches métalliques superposées : la couche supérieure est Fe^3P, presque pur; en broyant la masse et la soumettant à l'action de l'aimant, on enlève quelques parties non magnétiques. Voici les résultats des analyses des matières préparées par l'un ou l'autre de ces deux procédés :

	Première expérience.	Deuxième expérience.	Troisième expérience.	Calcul.
Fer	83,37	83,83	83,67	84,42
Phosphore	16,40	16,40	16,28	15,58
Total	99,77	100,23	99,95	100,00

Les propriétés physiques de ce composé sont les suivantes : densité 6,74, point de transformation magnétique 445°-435°. A la température ordinaire, sa perméabilité est à peu près le tiers de celle du fer pur. Son point de fusion, déterminé antérieurement par Saklatwalla, est de 1110°.

La dissolution de ce composé dans l'acide chlorhydrique donne, contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, de l'hydrogène absolument pur. La totalité du phosphore reste dans la liqueur à l'état d'acide phosphorique

$$Fe^3P + 6HCl + 4H^2O = 3FeCl^2 + PO^4H^3 + 11H.$$

En résumé l'existence de ce corps, en tant que combinaison définie, est absolument certaine, comme le prouvent :

a. Son invariabilité de composition par trois procédés différents de préparation;

b. L'existence d'un point unique de transformation magnétique distinct à la fois de celui du fer et de celui du phosphure Fe^2P;

c. L'existence d'un maximum dans la courbe de fusibilité, ce qui est le caractère normal des combinaisons définies;

d. Son insolubilité dans les acides étendus, ce qui écarte la présence de fer libre et sa solubilité complète dans les acides concentrés, ce qui écarte la présence du phosphure Fe^2P.

Il subsiste cependant encore un doute sur le point suivant : peut-être ce phosphure peut-il former avec le suivant une solution solide, comme le fer pur le fait avec Fe^3P. On est conduit à cette hypothèse par l'absence du

magma eutectique dans les alliages fondus intermédiaires entre Fe^3P et Fe^2P; elle donnerait également l'explication du léger excès de phosphore trouvé dans les analyses citées plus haut, bien que la cause plus vraisemblable de cet écart soit l'insuffisance de la séparation magnétique, qui a laissé un peu de Fe^2P.

Le phosphure Fe^5P^2, décrit par Boblique, n'existe pas; les fontes obtenues par son procédé montrent, à l'examen métallographique, la présence simultanée de deux phosphures Fe^3P et Fe^2P.

2° Fe^2P. — Ce phosphure est un composé défini absolument net, celui de toutes les combinaisons du fer et du phosphore pour lequel il peut y avoir le moins d'hésitation. On l'obtient à l'état de pureté, sans aucune difficulté, en suivant la méthode indiquée par M. Maroneau, consistant à fondre du phosphure de cuivre en excès avec une quantité de fer insuffisante pour prendre tout le phosphore. La dissolution du culot dans l'acide azotique laisse de belles aiguilles cristallines, d'apparence hexagonale, dont la composition correspond bien, comme nous l'avons vérifié, à celle indiquée par M. Maroneau. Nous l'avons obtenu également par d'autres procédés, par exemple en séparant par l'aimant les parties non magnétiques des préparations ayant servi à obtenir Fe^3P. Dans certains cas, la réduction aluminothermique des phosphates de fer a donné des culots absolument homogènes à l'examen métallographique, présentant la composition de Fe^2P. Voici l'analyse des parties non magnétiques obtenues dans la réaction du phosphore sur le fer divisé :

	Expérience.	Calcul.
Fer	78,20	78,32
Phosphore	21,79	21,68
Total	99,99	100,00

Ce corps présente une densité de 6,56. Son coefficient d'aimantation est environ 50 fois moindre que celui de Fe^3P, son point de transformation magnétique est à 80°, enfin son point de fusion, déterminé par Saklatwalla, est de 1290°, c'est-à-dire beaucoup plus élevé que celui de Fe^3P. Il est inattaquable par les acides concentrés et chauds, mais il est soluble dans l'eau régale bouillante.

L'existence de ce corps en tant que combinaison définie est prouvée par :

a. L'invariabilité de sa composition avec les procédés de préparation les plus variés utilisant soit des différences de propriétés magnétiques, soit l'action inégale des acides,

b. L'existence d'un point unique de transformation magnétique.

c. L'existence d'un maximum dans la courbe de fusibilité.

d. Son insolubilité dans les acides concentrés, qui exclut la présence de Fe^3P. Il n'y a pas cependant de caractères chimiques distinguant ce composé des suivants, plus riches en phosphore; mais ces derniers ne sont pas stables dans les conditions de température où se prépare Fe^2P.

Le composé Fe^4P^3 signalé par M. Granger n'a pu être reproduit. En suivant le procédé indiqué pour l'obtenir, nous avons toujours obtenu des matières bien plus riches en phosphore.

3° FeP. — Le composé FeP, signalé déjà par différents auteurs, paraît bien exister réellement. Nous l'avons obtenu en faisant passer au rouge de la vapeur de phosphore sur le composé Fe^2P finement pulvérisé. La matière augmente considérablement de poids. En pulvérisant de nouveau le produit obtenu et recommençant de nouveau le passage de la vapeur de phosphore, la matière tend vers un poids fixe correspondant précisément à la fixation d'une quantité de phosphore égale à celle qui existait déjà dans la matière mise en expérience.

Voici les résultats d'une expérience :

Poids initial de Fe^2P	0,3605
Après un premier passage de Ph	0,4249
Après un deuxième passage de Ph	0,4448

Le Tableau suivant donne la composition calculée d'après cette augmentation de poids, la composition obtenue par analyse et enfin la composition correspondante à FeP :

	Augmentation de poids.	Analyse.	Calcul.
Fer	64,3	64,8	64,36
Phosphore	35,7	34,8	35,64

Ce composé est 1 fois et demie plus magnétique que le phosphure Fe^2P. Sa densité est égale à 5,76, son point de transformation magnétique est à 48°.

Ce corps est caractérisé comme composé défini par son point de transformation magnétique et l'invariabilité de sa composition après l'action répétée de la vapeur de phosphore. Les preuves de son existence sont cependant moins précises que pour les deux phosphures précédents.

Le composé Fe^3P^4 signalé par Rose et par Freese n'a pu être reproduit.

4° Fe^2P^3. — M. Granger a annoncé avoir préparé ce corps par l'action

du phosphore sur les chlorures de fer. Nous l'avons obtenu en faisant réagir le biiodure de phosphore entraîné par un courant d'hydrogène sur le fer réduit de l'oxalate, c'est-à-dire par un procédé tout à fait semblable à celui que M. Granger avait indiqué pour la préparation de Fe^4P^3. On trouve après l'opération, dans la nacelle, une masse plus ou moins compacte, de densité et de composition assez variable, et, sur les bords de la nacelle, des cristaux d'une couleur gris d'acier, non attirables à l'aimant. Leur densité est assez constante et égale à 4,5; leur composition chimique est également régulière : trois échantillons ont donné 54 pour 100 de fer et la formule Fe^2P^3 exige 54,63.

Le magnétisme de ces cristaux est très faible, 75 fois moindre que celui du composé FeP; il est seulement 30 fois plus grand en valeur absolue que celui de l'eau distillée. Nous avons cherché si, aux basses températures, il n'existerait pas un point de transformation magnétique au-dessous duquel il deviendrait comparable aux phosphures précédents. Nous ne l'avons pas trouvé; nous avons seulement constaté que son magnétisme croissait légèrement par l'abaissement de la température et devenait trois fois plus grand vers — 50° qu'à la température ordinaire.

Ces caractères magnétiques permettent d'affirmer l'existence d'un quatrième phosphure et, vraisemblablement, sa composition correspond à Fe^2P^3. Les preuves cependant ne sont pas absolues.

En résumé, sur les neuf phosphures que nous avons étudiés, cinq n'existent pas et quatre existent certainement; mais la composition des deux derniers n'est pas établie d'une façon aussi certaine que celle des deux premiers. Ces quatre phosphures sont

$$Fe^3P, \qquad Fe^2P, \qquad FeP, \qquad Fe^2P^3.$$

M. **Michel Lévy** présente à l'Académie un volume intitulé : « Eduard Suess, *Das Antlitz der Erde;* dritter Band; zweite Hälfte. Schluss des Gesamtwerkes, Wien. » Il s'exprime ainsi qu'il suit :

M. Suess, notre illustre Associé étranger, me prie de présenter à l'Académie des Sciences le dernier fascicule de son grand Ouvrage, *Das Antlitz der Erde*. Je n'aurais pas eu le temps d'analyser même sommairement la fin si remarquable du monument que M. Suess a consacré à la Géologie, si je n'avais recouru à l'obligeance et aux lumières de M. Emm. de Margerie, qui s'occupe précisément en ce moment de la traduction française de ce dernier Volume.

Il renferme dix-huit Chapitres. L'auteur y achève d'abord la description tectonique du globe, en résumant, à propos de chacune des régions qu'il rencontre sur sa route, les principaux travaux publiés depuis 20 ans.

Cette série de Tableaux commence par une étude très neuve sur la pénétration des chaînes asiatiques ou *Altaïdes* en Europe (Chap. X), par la Crimée et la zone *cimmérienne* de Roumanie, les Balkans et les Karpathes; on y suit la trace de ces grands mouvements, sous la forme de cassures linéaires, jusqu'au cœur de l'Europe centrale.

Vient ensuite un aperçu des plis *armoricains* de l'ouest de la France et du sud-ouest des Iles Britanniques; M. Suess, à l'exemple de Marcel Bertrand, en retrouve les prolongements, par Terre-Neuve et les Appalaches (ces *Altaïdes transatlantiques*, comme il les appelle), jusqu'au delà du Mississipi (Chap. XI).

Les *Altaïdes africaines,* dont on doit la découverte, dans le Sahara et au Maroc, aux explorations des géologues français Brives, Chudeau, Flamand, Foureau, Gautier, Gentil, etc., font l'objet d'un troisième Chapitre (XII).

L'analyse de la structure des Alpes et de leurs prolongements, représentant pour M. Suess des Altaïdes *posthumes*, édifiées à l'intérieur d'un cadre préexistant, est développée en 160 pages, dont la lecture excitera le plus vif intérêt. M. Suess y adopte, avec toutes les conséquences qu'elle comporte, la doctrine des grands charriages et des nappes de recouvrement. La Science française et, en particulier, le Service de la Carte géologique peuvent être fiers de la part qui est faite, dans ces trois Chapitres (XIII, XIV, XV), aux travaux de notre confrère, M. Termier, et à ceux de MM. Léon Bertrand, Haug, Kilian, Lugeon, etc., tant sur les chaînes alpines proprement dites que sur les plis de la Provence et les Pyrénées.

Quittant alors l'Europe, l'auteur décrit successivement la *Laurentia* et les archipels situés au nord de l'Amérique (XVI); l'Afrique orientale et ses fractures grandioses, ainsi que les montagnes primaires de la Colonie du Cap, qui rappellent notre chaîne hercynienne (XVII); enfin les longues Cordillères submergées du Pacifique, ou *Océanides* (XVIII).

Une autre série de Chapitres a trait aux guirlandes qui, insulaires dans l'Asie orientale, deviennent continentales en Sibérie (*Anadyrides*) et dans l'ouest de l'Amérique du Nord (*Alaskides*), où M. Suess en poursuit l'amorce jusque dans les Montagnes Rocheuses (XIX, XX); en même temps apparaissent les Andes, dont il fait connaître les transformations et les multiples déviations (Antilles tropicales et Antilles australes) du nord de la Californie jusqu'à la Terre de Graham, sur 110° de latitude.

Les derniers Chapitres sont consacrés à l'examen d'un certain nombre de questions générales : structure des chaînes de montagnes (XXIII), constitution de l'intérieur du globe (XXIV), mode de formation et disposition des volcans (XXV), etc.

Les belles photographies de MM. Lœwy et Puiseux fournissent la matière d'un parallèle fort instructif entre le modelé de la surface terrestre et celui de la Lune (XXVI) : M. Suess discute, à ce propos, les problèmes géogéniques les plus ardus.

Un coup d'œil rapide sur la vie et l'évolution des organismes, où l'originalité des rapprochements le dispute à l'éclat du style, termine cette synthèse magistrale.

Je rappelle que *Das Antlitz der Erde* a commencé à paraître, en allemand, il y a 26 ans (1883), et que l'ensemble du texte ne comprend pas moins de deux mille neuf cent cinquante pages. La traduction française, enrichie de notes et de figures nouvelles, dont l'impression se poursuit depuis 1897, par les soins de M. Emm. de Margerie, est en voie d'achèvement : le dernier Volume, déjà très avancé, de *La face de la Terre* sera publié dans quelques mois.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur quelques propriétés du bacille tuberculeux d'origine bovine, cultivé sur bile de bœuf glycérinée.* Note de MM. **A. Calmette** et **C. Guérin**.

Dans une précédente Note ([1]) nous avons indiqué que le bacille tuberculeux d'origine bovine, cultivé sur pomme de terre cuite dans la bile de bœuf glycérinée à 5 pour 100 en présence d'un excès de ce liquide, acquiert, après un seul passage sur un tel milieu, une virulence beaucoup plus grande pour le cobaye que le même bacille cultivé sur pomme de terre glycérinée suivant la technique usuelle.

En ensemençant les cultures par passages successifs sur bile de bœuf, on constate par contre que la virulence décroît peu à peu pour ce même animal. Au *quinzième passage* l'inoculation intrapéritonéale de 1^{mg} de bacilles de culture biliée (pesés à l'état frais) détermine une tuberculose viscérale compatible pendant plus de 5 mois avec les apparences d'une bonne santé, sans amaigrissement. La même inoculation faite sous la peau de la cuisse

([1]) *Comptes rendus*, 28 décembre 1908.

provoque tardivement (du quarantième au cinquantième jour) un léger gonflement du ganglion inguinal correspondant; celui-ci acquiert à peu près le volume d'une lentille et garde sa mobilité, tandis que l'animal continue à demeurer bien portant.

Reporté après chaque culture biliée sur pomme de terre glycérinée ordinaire, le bacille, qui se développait sous la forme d'un enduit luisant épais, de couleur brun clair, reprend aussitôt l'aspect des cultures normales, mais *conserve le degré d'atténuation correspondant à celui qu'il avait acquis sur la culture biliée précédente.*

Cette importante constatation nous a conduits à rechercher les effets de nos cultures de virulence ainsi graduée sur le cheval et sur le bœuf.

Chez le cheval, le bacille du *quinzième passage* sur bile se montre encore très virulent :

Deux chevaux vigoureux, âgés de 15 et 16 ans, reçoivent dans la veine jugulaire chacun 5^{mg} de bacilles biliés du quinzième passage. Ils succombent respectivement les quarante-sixième et soixante-troisième jours avec des lésions énormes de granulie pulmonaire.

Par contre, chez les Bovidés, le bacille bilié a suivi la même marche de virulence décroissante que nous avons observée pour les cobayes. Au deuxième passage, l'inoculation intraveineuse de 5^{mg} provoque une *infection générale d'allure typhique, sans lésions folliculaires et non mortelle.* Au dixième passage, une dose de 50^{mg} est nécessaire pour produire les mêmes effets. Au quinzième passage, une dose de 100^{mg} ne produit pas encore constamment une infection mortelle, comme le montrent les deux expériences relatées ci-après :

Deux génisses de 15 mois, indemnes de tuberculose, reçoivent dans la veine jugulaire chacune 100^{mg} *de bacilles biliés du quinzième passage.* Les deux sujets présentent dès le lendemain une température élevée qui se maintient pendant environ 20 jours (moyenne 40°). Pour l'un, la défervescence se produit lentement ; il revient à la normale le vingt-cinquième jour. L'autre cesse tout à fait de manger, se cachectise, ne se relève plus ; il est abattu *in extremis* le vingt-septième jour. A l'autopsie, on trouve la rate triplée de volume, cependant assez ferme. Les frottis, examinés au microscope, montrent une grande quantité de bacilles tuberculeux, mais il n'y a pas de tubercules visibles, non plus que sur le foie qui paraît indemne. L'examen minutieux du poumon ne décèle *pas trace de lésions folliculaires.*

Cette dose de 100^{mg} en injection intraveineuse avait donc produit, chez

un animal sur deux seulement, une véritable *septicémie* mortelle, *sans formation de tubercules*, alors que 5^{mg} de culture originelle, n'ayant jamais passé par le milieu bilié, ont produit, en injection intraveineuse chez deux Bovidés témoins, une tuberculose granulique généralisée mortelle en 28 et 35 jours.

En avril 1908 nous avons tenté d'immuniser une génisse de 15 mois en lui inoculant par voie veineuse d'abord 5^{mg} de bacilles biliés du quatrième passage. En juillet 1909, 15 mois après le début de l'expérience, elle supportait, sans autre réaction qu'une courte ascension thermique, une dose de 200^{mg} de bacilles du seizième passage, toujours par voie veineuse.

Cet animal, qui avait très bien supporté, du moins en apparence, les inoculations intraveineuses successives d'une masse totale de 380^{mg} de bacilles biliés, succomba inopinément le 4 septembre 1909 en état d'hypothermie. L'autopsie soigneusement effectuée ne permit pas de déceler la moindre lésion tuberculeuse.

Le sérum de cette génisse présentait des propriétés remarquables dont l'étude fera l'objet d'une autre Note. Disons seulement ici que, dès le mois de mars 1909, il s'est montré extrêmement agglutinant.

Des émulsions bacillaires faites au mortier d'agate avec 10^{cg} de bacilles frais pour 100^{g} d'eau salée physiologique étaient agglutinées en 24 heures au taux (qui n'a encore jamais été observé) de $\frac{1}{800}$ pour le bacille *bovin bilié* et de $\frac{1}{70}$ pour les bacilles *bovins* et *aviaires* de culture normale. Les bacilles *humains* et le bacille *équin* utilisé par Vallée dans ses expériences récemment décrites (¹) n'étaient pas agglutinés du tout.

En août 1909 (dernière saignée), le bacille *bilié* était agglutiné au taux de $\frac{1}{2000}$; les bacilles *bovin*, *humain* et *équin*, au $\frac{1}{100}$; l'*aviaire* au $\frac{1}{200}$.

A aucun moment le sérum de cet animal n'a contenu d'*anticorps* (*sensibilisatrices*) décelables par la réaction de fixation de Bordet-Gengou. En revanche, il s'est montré activant pour le venin de cobra au début, et cette réaction est devenue négative par la suite.

D'autres Bovidés, actuellement en cours d'immunisation par la même méthode, nous permettront d'étudier plus complètement les diverses propriétés de leurs sérums.

(¹) *Annales de l'Institut Pasteur*, sept. 1909.

THERMOCHIMIE. — *Sur les bicarbonates de rubidium et de cæsium.* Note de M. DE FORCRAND.

Kirchhoff et Bunsen [1] ont décrit très sommairement ces deux composés, et je ne crois pas qu'il en ait été fait une étude détaillée depuis 1862.

On ne peut songer à les obtenir par la méthode qui donne si facilement le bicarbonate de potassium, car leur solubilité dans l'eau est comparable à celle des carbonates neutres. On doit donc (comme le recommandaient déjà Kirchhoff et Bunsen) saturer de gaz carbonique une dissolution déjà très concentrée de carbonate neutre, et faire évaporer à froid la liqueur dans une cloche remplie de gaz carbonique, qu'on renouvelle de temps en temps, en présence d'un puissant déshydratant (P^2O^5 par exemple).

Il se dépose peu à peu de beaux cristaux de ces bicarbonates; celui de rubidium, le plus souvent en gros cristaux prismatiques épais et quelquefois en très longues aiguilles, celui de cæsium en prismes allongés. Dans tous les cas, ils sont clinorhombiques, comme le bicarbonate de potassium.

Ces cristaux sont anhydres, et inaltérables à l'air à froid, ne lui prenant pas d'eau et ne lui abandonnant pas de gaz carbonique.

Ils diffèrent notablement du bicarbonate de potassium par leur solubilité beaucoup plus grande.

Dans l'eau, celle du bicarbonate de potassium est, vers 20°, de 26,31 pour 100, ce qui correspond à la formule : $KHCO^3 + 15{,}63H^2O$, tandis que 100 parties de dissolution saturée contiennent, à la même température, 53,73 parties de bicarbonate de rubidium, et 67,77 parties de bicarbonate de cæsium, ce qui donnerait

$$RbHCO^3 + 7{,}02H^2O$$

et

$$CsHCO^3 + 5{,}13H^2O.$$

Avec l'alcool, les différences sont encore plus grandes, car il ne dissout que des traces ($\frac{1}{1200}$) de bicarbonate de potassium, environ 2 pour 100 de bicarbonate de rubidium, et beaucoup plus de bicarbonate de cæsium.

Soumis à l'action de la chaleur, ces deux derniers bicarbonates sont plus stables que celui de potassium. Jusqu'à 125° ils ne perdent ni eau ni gaz carbonique. Vers 175°, en quelques heures, dans un courant de gaz inerte, ils se changent intégralement en carbonates neutres anhydres, sans qu'il

[1] *Ann. Chim. phys.*, t. LXIV, 1862, p. 269 et 293.

y ait d'arrêt indiquant la formation de combinaisons entre les carbonates neutres et les bicarbonates, à cette température.

La chaleur de dissolution de ces composés est assez voisine de celle du bicarbonate de potassium :

	Cal
$KHCO^3$	$-5,320$
$RbHCO^3$	$-4,731$
$CsHCO^3$	$-4,317$

à $+15°$. Comme il arrive souvent dans cette famille des trois métaux alcalins, les nombres obtenus forment une progression régulière, présentant de l'un à l'autre une différence presque constante (ici $0^{Cal},5$ environ).

Quant aux chaleurs de neutralisation, elles sont remarquablement voisines :

	K.	Rb.	Cs.
CO^2 dissous $+ M^2O$ dissous (carbonate neutre)	$+20^{Cal},200$	$+20^{Cal},570$	$+20^{Cal},570$
CO^2 dissous $+ MOH$ dissous (bicarbonate)	$+11^{Cal},000$	$+11^{Cal},030$	$+11^{Cal},250$

Il en résulterait, comme chaleur de formation à partir des éléments,

$$C \text{ diam.} + O^3 + M + H = CO^3MH \text{ solide},$$

les nombres suivants :

	Cal
Na	$+228,38$
K	$+231,63$
Rb	$+231,92$
Cs	$+232,93$

tandis que pour les carbonates neutres,

$$C \text{ diam.} + O^3 + M^2 = CO^3M^2 \text{ solide},$$

on aurait

	Cal
Na^2	$+271,97$
K^2	$+275,37$
Rb^2	$+274,90$
Cs^2	$+274,54$ [1].

---

[1] Ces huit résultats sont obtenus en prenant pour bases les nouvelles données de M. Rengade pour la réaction $M + Aq$. Si l'on partait des anciens nombres, on aurait les deux séries

Cal	Cal	Cal	Cal
$+228,38$	$+230,62$	$+232,87$	$+236,04$
$+268,95$	$+273,35$	$+276,80$	$+280,76$

dans lesquelles les écarts sont beaucoup plus grands et plus réguliers d'un terme à l'autre, et où l'allure exceptionnelle du sodium est beaucoup moins marquée.

Autant qu'on peut raisonner sur des séries de nombres aussi voisins, il semble bien que le sodium a une place à part, l'écart avec le terme suivant étant de plus de 3^{Cal}, tandis qu'il n'est que de 1^{Cal} entre le potassium et le cæsium.

Ce qui frappe surtout, c'est que les analogies habituelles entre les termes de la *triade* K, Rb, Cs deviennent telles ici qu'elles se traduisent par des nombres presque identiques. Pour trouver des différences notables entre les trois carbonates ou les trois bicarbonates, il faut s'adresser aux propriétés physiques (solubilité, etc.) ou encore aux chaleurs de dissolution des sels ou des bases, phénomènes qui donnent des progressions régulières avec des écarts sensibles d'un terme à l'autre.

Mais, lorsqu'on fait entrer même ces dernières données dans les calculs pour obtenir les chaleurs de formation des carbonates ou bicarbonates à *partir des éléments*, les différences de sens contraire se compensent si exactement, que les résultats deviennent presque identiques.

Une remarque du même genre peut d'ailleurs être faite pour la chaleur de formation des bases MOH *à partir des éléments*. On obtiendrait encore des nombres sensiblement identiques :

$$+102,76 \qquad +101,99 \qquad +101,03$$

bien que les chaleurs de dissolution des métaux d'une part, et des bases de l'autre (données qui interviennent dans le calcul), soient notablement différentes d'un terme à l'autre de la série.

S. A. S. **Albert Ier, Prince de Monaco**, fait hommage à l'Académie du Tome Ier, fascicule 1, des *Annales de l'Institut océanographique* (*Fondation Albert Ier, Prince de Monaco*), publiées sous la direction de M. le Dr Joubin et M. le Dr J. Richard.

Sir **William Huggins** fait hommage à l'Académie de la collection de ses *Scientific Papers*.

M. **Lortet** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *La faune momifiée de l'ancienne Égypte et recherches anthropologiques*, qu'il a écrit en collaboration avec M. C. Gaillard.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Des notations mathématiques : énumération, choix et usage*, par Désiré André ;

2° *Principes de la théorie des fonctions entières d'ordre infini*, par Otto Blumenthal (présenté par M. Émile Picard);

3° *La respiration de la Terre. L'écorce terrestre, ses mouvements rythmés et ses déformations permanentes*, par Ch. Lallemand ;

4° *Précis de Parasitologie*, par J. Guiart (présenté par M. Bouchard);

5° Diverses publications du Bureau central de l'Association internationale de Sismologie, en particulier les *Comptes rendus des séances* de la première réunion de la Commission permanente de l'Association internationale de Sismologie, réunie à Rome du 16 au 20 octobre 1906, par R. de Kovesligethy (transmis par M. A. Angot);

6° *Les ferments de la graisse des vins*, par MM. E. Kayser et E. Manceau (présenté par M. Troost).

(Renvoi à la Commission du prix Saintour pour 1910.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Perturbations magnétiques et phénomènes solaires.* Note de M. **J. Bosler**, présentée par M. H. Deslandres.

Le violent orage magnétique du 25 septembre dernier a ramené l'attention sur la dépendance mystérieuse entre ces phénomènes et les taches solaires. Toutefois, depuis que Lord Kelvin, en 1892 (1), a insisté sur l'énormité de l'énergie en jeu, l'idée d'une action solaire directe a été fortement battue en brèche.

Sans même songer aux découvertes modernes de la physique atomique, qui tendraient à accroître le stock d'énergie solaire admissible, il convient, croyons-nous, de se souvenir des conditions dans lesquelles Lord Kelvin avait obtenu son célèbre résultat. Il supposait expressément l'existence de sortes d'aimants dans le Soleil : une force troublante donnée sur la Terre correspondrait donc à des forces magnétiques solaires

(1) *Nature*, t. XLVII, p. 106.

variant en raison inverse du cube de la distance et partant formidables au voisinage de l'astre; l'énergie totale dépensée $\frac{1}{8\pi}\int \mu H^2 dv$ (μ perméabilité, H champ, dv élément de volume), l'intégrale étant étendue à tout l'espace, atteignait alors des valeurs elles-mêmes énormes. C'est ainsi qu'en refaisant le calcul Schuster a trouvé, pour l'orage magnétique étudié par Lord Kelvin (¹), une dépense d'énergie de $4,6.10^{35}$ ergs par seconde, de l'ordre de cent fois celle rayonnée dans le même temps par le Soleil sous forme de chaleur.

Mais nous connaissons mieux maintenant les effets magnétiques des charges en mouvement et l'idée de champ magnétique n'est plus inséparable de celle d'aimants ou de courants : une charge e, animée d'une vitesse v, donne en effet, dans une direction faisant avec la vitesse un angle θ, un champ $\frac{ev \sin\theta}{r^2}$, en raison inverse du carré de la distance. Il suffirait alors, pour expliquer nos perturbations magnétiques, de faire appel à des déplacements rectilignes de charges électriques dans le Soleil, sans pour cela se heurter à l'objection de Lord Kelvin qu'on a longtemps crue péremptoire. Reprenons, en effet, le calcul de l'illustre savant anglais en adoptant pour loi de force $\frac{k \sin\theta}{r^2}$ ($k =$ const.) : on trouve alors que le Soleil a dû rayonner durant l'orage choisi une énergie de 4.10^{31} ergs par seconde, soit à peine la dix-millième partie du chiffre cité précédemment.

Depuis longtemps déjà plusieurs auteurs, et en particulier M. Arrhenius, ont admis l'existence d'ions libres dans l'atmosphère solaire, et la découverte récente d'un effet Zeeman dans les taches, par Hale, est venue apporter à cette idée une précieuse vérification : les champs magnétiques ainsi révélés s'expliquent en effet assez naturellement par des tourbillons (²) de matière chromosphérique entourant les taches. Bien que les mouvements giratoires parfois décelés en lumière H_α (λ656) ne soient pas aussi généraux qu'on l'a cru au premier abord, admettons que les champs des taches sont dus à cette cause.

Cherchons alors combien il faudrait d'électrons par centimètre cube de matière chromosphérique pour rendre compte des 3000 gauss observés

---

(¹) Lord Kelvin ne donnait que le résultat de son calcul. M. Schuster l'a repris dans les *Monthly Notices* de 1905 (t. LXV). Dans l'orage étudié, la force de 5.10^{-4} C.G.S. mettait 25 minutes à s'établir (chiffres moyens).

(²) Pour toute cette question voir la Conférence de M. Hale d'avril 1909, notamment dans le *Journal de Physique* (juillet 1909).

dans une tache où la vitesse des particules a été estimée, parallèlement à la surface, de 100^{km} par seconde.

En partageant le tourbillon en deux régions [1], l'une intérieure où nous supposerons la vitesse proportionnelle à la distance au centre, l'autre extérieure où elle varie au contraire en raison inverse, on trouve comme champ résultant $4\pi nevh$ (h épaisseur de la couche ionisée, n nombre cherché, e charge d'un électron en unités E.M., v vitesse maximum du tourbillon 10^7 centimètres). L'épaisseur de la chromosphère étant prise égale à 8.10 environ, nous arrivons dans le cas cité à

$$n = 0,3.10^7.$$

Ce résultat est parfaitement d'accord avec un calcul analogue de Hale [2] sur l'intensité du courant équivalent et avec les expériences de laboratoire sur les gaz ionisés : H.-A. Wilson a, en effet, observé dans un tube à vide, à une pression de $8^{mm},5$, un courant de $3,4.10^{-4}$ ampère, ce qui correspond, en adoptant 10^4 pour la vitesse des rayons cathodiques, à un nombre d'électrons un peu supérieur à 10^7 par centimètre cube.

Considérons maintenant une masse chromosphérique 10 fois plus grosse que la Terre en diamètre et animée d'une vitesse rectiligne de 300^{km} par seconde : cherchons quel serait sur la Terre le champ perturbateur ainsi engendré.

V étant le volume en jeu, nous aurons, si la vitesse est normale au rayon visuel,

$$H = \frac{Venv}{r^2} = 0,4.10^{-2} \text{ C. G. S.}$$

Ce champ troublerait très notablement nos boussoles.

Le 25 septembre 1909, le champ troublant n'a pas dépassé $2,5.10^{-2}$ C.G.S. Des mouvements de matière chromosphérique, se produisant dans des sens concordants, expliqueraient donc bien les faits, car nous devons remarquer que les vitesses admises ici n'ont rien d'excessif ; on a observé 500^{km} et plus.

En temps ordinaire les éruptions sont faibles et les divers champs ainsi produits peuvent se neutraliser en grande partie ; il n'y a donc pas de perturbation. On se rend compte d'ailleurs que, si les orages magnétiques sont dus à la cause supposée, il est difficile de les prévoir ; nous ne voyons du Soleil qu'une moitié et seules les protubérances du bord sont bien visibles.

---

[1] C'est l'hypothèse généralement faite dans le cas des tourbillons réels ; c'est celle admise par M. P. Salet (*Bulletin astronomique*, mars 1909) dans son article sur le champ magnétique solaire.

[2] *Astroph. Journal*, nov. 1908.

ASTRONOMIE. — *Sur un mode de protection de l'argenture des miroirs.* Note de M. A. **Perot**, présentée par M. H. Deslandres.

La protection de l'argenture des miroirs employés en Astronomie contre les agents atmosphériques qui ternissent parfois rapidement la surface du métal a été réalisée, en particulier, à l'aide de gélatine bichromatée, par M. Izarn (¹). Le procédé que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie paraît très efficace tout en n'altérant pas les qualités réfléchissantes de la surface métallique. Il consiste à revêtir le miroir d'une couche extrêmement mince de celluloïd transparent, formant une protection continue.

Il suffit à cet effet, après avoir parfaitement lavé, séché et poli le miroir, et en avoir enlevé avec beaucoup de soin les poussières, de verser à sa surface une solution étendue de celluloïd dans l'acétate d'amyle. L'opération se fait à la température ordinaire; la solution commerciale, connue sous le nom de vernis Japon, étendue d'environ son volume d'acétate d'amyle, convient très bien. Le miroir placé debout, de manière à laisser écouler l'excès de liquide, est sec en une demi-heure; on doit voir apparaître à sa surface de larges bandes d'interférence fortement colorées (couleurs du troisième ordre) attestant que l'épaisseur du celluloïd bien régulière est d'environ $0^{\mu},5$.

Dans ces conditions les images restent intenses, nettes, et ne présentent pas de diffusion si la couche de celluloïd est mince.

Les résultats obtenus à l'Observatoire de Meudon par l'emploi de ce vernis sont très favorables. Entre autres, un miroir plan de 60^{cm} de diamètre qui, auparavant, devait être réargenté tous les mois en été, a résisté depuis le 25 avril dernier, et il aurait pu être utilisé sans doute plus longtemps si, lors de l'argenture, le lavage avait été fait avec plus de soin.

La couche protectrice étant relativement tendre, il faut se garder de la rayer par l'action d'un corps dur; les poussières qui se déposent à la longue sur la surface doivent être enlevées par un époussetage très léger à l'aide d'un petit balai de plumes.

J'ai tenu, avant de faire connaître ce procédé, à faire subir une épreuve de durée aux premiers miroirs sur lesquels son application a été faite; le résultat en a été, comme on le voit, des plus satisfaisants.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, 1894, p. 1314.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ensembles parfaits discontinus à deux dimensions.* Note de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. Painlevé.

Étant donné un ensemble parfait discontinu E, on sait que deux points quelconques A et B n'appartenant pas à l'ensemble peuvent être joints d'une infinité de façons par des chemins ne rencontrant pas l'ensemble. Il est extrêmement important pour la théorie des fonctions analytiques de savoir comparer la limite inférieure des longueurs de ces chemins à la distance *à vol d'oiseau* des points A et B.

I. On peut se demander d'abord s'il est toujours possible de joindre les points A et B par une courbe dont la tangente, à variation continue, fasse constamment avec la droite AB un angle inférieur à une valeur fixe, inférieure par exemple à 90°. Voici un exemple prouvant qu'il n'en est rien.

Je considère le segment joignant un point C de Ay à un point D' d'ordonnée négative $-d$ et d'abscisse positive. Sur ce segment, je considère une infinité dénombrable et dense de points A_n, d'abscisses a_n, auxquels j'attache des nombres δ_n, tels que $\Sigma\delta_n = d$. Cela étant, je transporte parallèlement à Oy, de la quantité δ_1, le segment A_1D' (la figure formée F_2 se compose de deux segments parallèles); d'une quantité δ_2 parallèlement à Oy, la partie de F_2 d'abscisse supérieure à celle a_2 de A_2 (F_3 se compose de trois segments parallèles entre eux), etc. F_n tend vers un ensemble parfait discontinu E_1 ayant ses extrémités sur Ox, en D, et sur Oy, en C, et n'ayant pas de points au-dessous de Ox moyennant une condition d'inégalité imposée aux δ.

Toute droite à coefficient angulaire nul, positif ou infini et rencontrant CD *rencontre* E_1. Il en est par suite de même pour toute courbe à abscisses et ordonnées simultanément non décroissantes. *Tout cercle ayant son centre sur* E_1 *et auquel* C *et* D *sont extérieurs, rencontre* E_1.

L'ensemble E_1 est situé sur une ligne rectifiable E' qu'on obtient en ajoutant à E la famille des segments Δ_n de longueur δ_n joignant les deux points de E dont l'abscisse est a_n.

E' divise l'angle xAy en deux régions telles qu'*il n'est pas possible, sans rencontrer* E_1, *de passer de l'une dans l'autre par un chemin dont la tangente fasse avec la première bissectrice un angle inférieur à* 45°.

Si j'ajoute bout à bout et dans les deux sens sur la droite indéfinie qui porte CD une infinité de segments égaux à CD, si sur chacun d'eux je

construis un ensemble égal à E_1, si je complète l'ensemble total par symétrie par rapport à Ox, *l'ensemble obtenu (porté par deux lignes rectifiables se coupant en croix) est rencontré par toute droite du plan.* (Cette propriété appartient à certains ensembles non rectifiables définis par M. Zoretti.)

Si je répète indéfiniment sur E_3, dans les deux sens, la translation qui amène O en D ou D en O, si j'ajoute à l'ensemble obtenu celui qu'on trouve en faisant tourner celui-ci de 45° autour de O, l'ensemble E_3 final est tel que *toute courbe dont la tangente varie d'une façon continue et n'oscille pas de plus de 90° le long d'un arc supérieur à une certaine constante k, rencontre* E_4. E_4 est situé sur deux réseaux de pseudo-parallélogrammes à côtés rectifiables.

Si je complète E_1 par ses symétriques relativement aux axes de OD, ce qui me donne E_5, si je considère un ensemble parfait e situé sur un segment PQ; si, sur P_nQ_n, $n^{\text{ième}}$ intervalle contigu à e, je construis un ensemble e_n semblable à E_5, P_nQ_n étant homologue de OD, l'ensemble total η égal à $e+\sum e_n$ est tel qu'*il est impossible de joindre un point de* P_nQ_n *à un point de* $P^0_{n'}Q_{n'}$ *par un chemin dont la projection sur* PQ *aille toujours dans le même sens*. La longueur de η est finie.

Le contour du pseudo-triangle COD est *une ligne fermée, au sens de Cantor, rectifiable, dont l'intérieur est toujours situé vers les x positifs, sauf en un ensemble parfait discontinu de points* (où l'intérieur est des deux côtés ou d'aucun).

On voit à quelles difficultés on se heurte dès qu'on cherche des propriétés générales aux chemins AB qui évitent un ensemble parfait. Ces difficultés s'accroissent si l'aire de l'ensemble n'est pas nulle.

II. Soit E_6 l'ensemble parfait formé par les points qui se projettent sur Ox et sur Oy suivant deux ensembles e, e' que nous définirons ainsi (les propriétés de E_6 appartiennent à des ensembles très généraux) : e s'obtient en retranchant d'un segment $\alpha\beta$ égal à 1 le segment concentrique égal à k; de chacun des segments séparés ainsi, les segments concentriques égaux à k^2; ..., à la n^{ieme} opération, des segments conservés à la $(n-1)^{\text{ieme}}$ les segments concentriques égaux à k^n, etc. L'ensemble e' se définit de même, mais est porté par $\alpha'\beta'$. Si l'on appelle *rectangle contigu* à E_6 un rectangle parallèle aux axes, dont deux des côtés se projettent suivant $\alpha'\beta'$, deux autres suivant un intervalle contigu à e, les rôles de e et de e' pouvant s'échanger :

1°. *Toute droite qui rencontre l'un des côtés du carré minimum* Γ *conte-*

nant E_6 *et qui ne traverse pas* Γ *en restant dans un même rectangle contigu à* E_6, *rencontre* E_6 *suivant un ensemble de longueur non nulle.*

2° Mêmement pour *tout cercle ayant pour centre un point* M *de* E_6 *et rencontrant* Γ.

3° Mêmement pour *toute courbe fermée homothétique à une courbe à tangente variant continûment, le centre d'homothétie étant* M, *ceci du moins à partir d'une valeur assez petite du rapport d'homothétie.*

En complétant E_6 par des ensembles semblables à lui, orientés à 45° relativement à E_6, symétriques par rapport à une diagonale de Γ et portés par les intervalles contigus à la partie de E_6 située sur cette diagonale, la proposition 1° appartient à toute droite rencontrant un côté de Γ. En complétant par carrelage du plan, on a un ensemble tel que *tout segment rectiligne de longueur supérieure à l'unité le rencontre en un ensemble de longueur non nulle*.

III. M étant un point quelconque de l'ensemble E, soient A et B deux points extérieurs à l'ensemble. Désignons par $1 + \alpha(A, B)$ le minimum du rapport du chemin AB au segment AB, quand ce chemin extérieur à l'ensemble prend toutes les positions possibles joignant A et B. Soit $\alpha(M)$ *la plus grande des limites* de $\alpha(A, B)$, quand A et B tendent vers M indépendamment; $\alpha(M)$ sera appelé la *sinuosité* de l'ensemble E au point M.

La sinuosité de E_6 *est en chaque point égale à* $\sqrt{2} - 1$.

La sinuosité d'un ensemble de longueur finie est nulle.

Je suis convaincu que *la sinuosité d'un ensemble d'aire nulle est nulle.* Il est facile de montrer que, en un point M de l'ensemble, *cette sinuosité ne peut être que zéro ou l'infini*. Mais la démonstration que ce nombre est zéro a résisté à mes efforts.

GÉODÉSIE. — *Sur les triangulations géodésiques complémentaires des hautes régions des Alpes françaises* (*septième campagne*). Note de M. **P. Helbronner**, présentée par M. Michel Lévy.

La poursuite de nos triangulations de détail avait été interrompue pour faire place, pendant l'année 1907 et une partie de l'année 1908, aux opérations nécessitées par l'établissement de notre chaîne de précision de Savoie (voir *Comptes rendus*, 7 octobre 1907 et 28 septembre 1908). Celles-ci terminées, l'enchaînement naturel du programme que nous nous étions imposé appelait l'extension de nos réseaux trigonométriques complémentaires, pré-

cisément dans les mailles méridionales de cette grande chaîne et dans celles de notre réseau primaire de Haute-Maurienne. Par la deuxième partie de la campagne 1908 et par la totalité de la campagne 1909 qui vient de se terminer et qui a duré du 8 juillet au 3 octobre, nous avons étendu notre réseau de détail sur toute la région tributaire de l'Arc, depuis les massifs de la frontière italienne jusqu'à une ligne idéale joignant le Pic du Frêne au Cheval Noir et aux crêtes de Longe-Chat.

Nous avons été ainsi amené à stationner, pour la seconde fois, une série des sommets de notre chaîne de Savoie et aussi de notre réseau primaire de Haute-Maurienne. C'est ainsi que, d'une part, le mont Brequin, le Cheval Noir et la Dent Parrachée, appartenant à notre chaîne de précision de Savoie, furent occupés à nouveau pour les visées des réseaux de détail ; et aussi, d'autre part, les sommets du Grand Roc Noir et de la Pointe de Charbonel, appartenant au réseau de Haute-Maurienne où nous avions décidé des visées supplémentaires complétant celles qui y avaient été prises l'année précédente.

Le nombre des stations géodésiques s'élève dans cette campagne à 126, dont 15 au-dessus de 3000^{m} et 40 entre 2000^{m} et 3000^{m}.

Les stations de notre réseau primaire de détail, occupées au cours de cette campagne, ont été les suivantes :

Cheval Noir (2834^{m}) (¹), Pointe de Crêve-Tête (2325^{m}), Pointe du Fréjus (2944^{m}), Cime du Grand-Vallon (3134^{m}), la Belle-Plinier (3091^{m}), Roche d'Argentier (3050^{m}), Aiguille de Scolette (3500^{m}), le Truc (2482^{m}), la Pointe des Sarrazins (2973^{m}), la Pointe de la Sandoneire (env. 2880^{m}), le Gros Crêt (2600^{m}), la Pointe du Bouchet (3407^{m}), le Mont Brequin (3194^{m}), le Rateau d'Aussois (3126^{m}), le Grand Roc Noir (env. 3540^{m}), la Dent Parrachée (3712^{m}), la Grande Aiguille Rousse (3470^{m} env.), la Pointe de Charbonel (3760^{m}), le Sommet de Mont-Levêque (env. 1450^{m}), le Grand Chatelard (2148^{m}), le Grand Truc (2194^{m}), la Pointe de l'Ouillons (2436^{m}), la Pointe de Corbier (2273^{m}), le Sommet de la Challe (1844^{m}), le Sommet de Montrond (1811^{m}), et enfin le Mont Falcon (2633^{m}).

Au sujet de la Grande Aiguille Rousse, qui est le sommet culminant de la région limitée par la haute vallée de l'Isère, le vallon nord du col de l'Iseran, le vallon de la Lenta et le premier affluent de la rive droite de l'Arc descendant de la crête de Carro, il n'est pas inutile de rappeler l'erreur de la Carte de l'État-Major donnant à la cime d'Oin la priorité, avec une altitude de 3514^{m}, c'est-à-dire trop forte de 250^{m} environ, issue de l'erreur du *Recueil des Positions géographiques* du Dépôt de la Guerre, qui donne ce sommet comme point trigonométrique du troisième ordre avec une cote de 3513^{m},7, a été reconnue dès 1877 par M. H. Ferrand de Grenoble, puis affirmée de nouveau par lui en 1889 malgré les observations publiées et destinées à la maintenir (²).

(¹) Les cotes sont, sauf indication contraire, celles de la Carte de l'État-Major.

(²) Voir *Bulletin du Club alpin français*, 4e trimestre, année 1877, p. 365, et *La Cime d'Oin*, par H. Ferrand (*Annuaire du Club alpin français*, 15e année, 1888).

Parmi les signaux intersectés que nous avons visés, nous avons compris dans nos triangulations géodésiques, notamment, une partie de ceux que la Section des Levés de précision du Service géographique de l'Armée avait fait construire, il y a quelques années, pour la topographie du versant oriental des massifs du Puy Gris et du Frêne, ainsi que les quelques signaux en bois de la Section de Géodésie qui, presque tous, remplacent d'anciens signaux en maçonnerie des grandes triangulations primordiales de la Carte de France, du Parallèle Moyen Prolongé, ou même de notre récente Chaîne de précision de Savoie.

Nous avons en outre développé, dans notre campagne, tout spécialement la suite de notre enchaînement altimétrique par le stationnement d'un grand nombre de repères du Service du Nivellement général de la France, principalement le long de la Route Nationale, depuis Saint-Jean-de-Maurienne jusqu'au col du Mont-Cenis. Cette *ligne de base de nivellement*, en quelque sorte parallèle à celle établie par nos stations, le long de la vallée de la Romanche, permettra une compensation rationnelle des cheminements altimétriques et du calcul des altitudes pour les massifs s'étendant entre l'Arc, la Romanche et la frontière italienne.

Il a été pris, dans ces trois mois, soixante-quatre douzaines de photographies, consacrées, pour la plupart, à donner, comme précédemment, les tours d'horizon complets aux sommets culminants de notre réseau.

Par cette campagne, le nombre total de nos stations géodésiques dans les Alpes françaises, dans ces sept dernières années, dépasse cinq cents, dont près de deux cents entre 2000^m et 3000^m et plus de quatre-vingts au-dessus de 3000^m.

PHYSIQUE. — *Sur la composition des essences de térébenthine.* Note de M. Darmois, présentée par M. J. Violle.

Si l'on distille une essence de térébenthine quelconque sous la pression ordinaire, on constate que l'ébullition commence vers 155°; la température monte ensuite lentement et d'une façon continue jusqu'à 163° environ. A cette température on a distillé la presque totalité du produit [1]. La rotation des produits distillés varie constamment d'un bout à l'autre de la distillation. Si l'on suit par exemple l'ébullition d'une essence droite, on voit

[1] Toutes les essences donnent des fractions distillant vers 175° ($\frac{1}{20}$ au plus) où l'on peut caractériser des carbures tels que le limonène.

que la rotation diminue et change de signe. Dans une Communication précédente [1], j'ai donné l'exemple d'une telle essence et j'ai montré comment l'étude des courbes de dispersion rotatoire pouvait permettre d'affirmer que, dans cette essence, la portion 155°-163° était constituée par le mélange de *deux* carbures seulement :

1° Un carbure à dispersion forte dextrogyre (pinène);

2° Un carbure à dispersion faible lévogyre.

La distillation de l'essence française (gauche) donne des résultats analogues. La rotation diminue en valeur absolue en même temps que la dispersion.

Exemple : 1^{kg} d'essence gauche en 20 fractions.

		α pour 20^{cm}.			
	$[\alpha]_D$.	λ = 589.	λ = 578.	λ = 546.	λ = 436.
Fraction n° 2..........	71°.48'	1	1,046	1,182	1,95
Fraction n° 10.........	64.00	1	1,04	1,168	1,83
Fraction n° 15.........	44.45	1	1,028	1,115	1,41

De plus, sauf quelques irrégularités au commencement et à la fin de la distillation, les courbes se rangent dans l'ordre indiqué (*loc. cit.*). Dans cette essence, on peut donc affirmer que la portion 155°-163° est constituée par le mélange de *deux* carbures :

1° Un carbure à dispersion forte lévogyre (pinène);

2° Un carbure à dispersion faible lévogyre.

Ce dernier carbure est le même que celui des essences droites. Pour le vérifier il suffit de superposer les deux réseaux de courbes fournies par la distillation des deux essences. La distillation de l'essence droite donne pour la rotation de ce corps une valeur approchée par défaut, celle de l'essence gauche une valeur approchée par excès. L'extrapolation permise dans les deux cas (voir *loc. cit.*) doit donner quelque part la courbe de dispersion du corps. On peut donc espérer trouver dans les deux réseaux une courbe commune. La coïncidence a lieu en effet pour une rotation voisine de $-40°$ sous 20^{cm}, ce qui donnerait $[\alpha]_D = -21°,7$ environ.

En quelles proportions ce corps est-il contenu dans les essences? La règle de Biot permettrait de le calculer, si l'on connaissait la rotation du pinène qu'il accompagne. Or j'ai indiqué (*loc. cit.*) que j'avais réussi à faire cristalliser le pinène extrait de l'essence gauche, j'ai donné quelques constantes de

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 195.

ce produit [1]. Des fractionnements ultérieurs m'ont permis d'élever à la fois le point de fusion et le pouvoir rotatoire. (F = —55°, dispersion pour la raie 436 = 1,99). Je suis arrivé à des résultats plus satisfaisants en utilisant l'essence dextrogyre du pin d'Alep (*pinus halepensis*) [2]. La distillation de cette essence s'effectue toute au voisinage de 155°; la rotation reste à peu près constante pour les $\frac{9}{10}$ du produit; la dispersion du corps est forte :

	λ = 589.	λ = 578.	λ = 546.	λ = 436.
$[\alpha]_D = +82°,8$	1	1,05	1,19	2,02

Le point de fusion est — 50°. La vitesse de cristallisation à — 78° est 24^{mm} par minute. Les rotations indiquées correspondent à $[\alpha]_D = +48°$ environ.

Utilisant ces nombres qui représentent vraisemblablement le pinène très pur, on peut chercher par la méthode indiquée (*loc. cit.*) la rotation du pinène présent dans une essence et possédant la dispersion caractérisée par le rapport 2,02. On arrive alors aux conclusions suivantes :

1° L'essence française renferme le corps symétrique du pinène droit;

2° Les essences droites autres que celle du pin d'Alep renferment du pinène racémisé.

Si l'on admet les valeurs 48 et 22 pour le pinène et l'impureté gauche, on aurait pour une essence gauche ordinaire les teneurs suivantes : pinène, 62 pour 100; deuxième carbure 38 pour 100.

La proportion de ce carbure contenue dans les essences droites est analogue.

Quelle est l'identité de ce constituant? On sait depuis Bayer que les essences contiennent à côté du pinène un carbure (nopinène) qui s'en distingue, parce qu'il donne dans l'oxydation permanganique un acide différent (nopinique). 100^g de l'essence — 38° donnent 1^g de nopinate de sodium, c'est-à-dire un rendement très faible. Il est probable que l'impureté gauche est cependant identique au nopinène et que l'oxydation au permanganate est insuffisante pour le doser. Je m'occupe d'éclaircir ce point. *Quoi qu'il*

---

(1) Par erreur, le rapport de dispersion 436:589 a été donné égal à 1,85 au lieu de 1,95.

(2) Cette essence provenant d'Algérie m'a été fournie en janvier et février 1909 par M. Vèzes, qui l'a décrite dans le *Bulletin de la Société chimique* (20 août, 5 septembre 1909). Il arrive par une méthode différente au même résultat, savoir forte teneur en pinène droit.

en soit, la méthode que j'ai indiquée, fondée sur des mesures de dispersion rotatoire, permet d'affirmer que les essences de térébenthine renferment : 1° le pinène sous ses deux formes ; 2° un carbure lévogyre en quantité massive.

ÉLECTRICITÉ. — *Note sur un essai de réalisation de ligne téléphonique artificielle.* Note de M. **Devaux-Charbonnel**, présentée par M. J. Violle.

Une ligne téléphonique est caractérisée par son impédance Z et par son affaiblissement a. Si l'on suppose qu'un appareil d'impédance Z_r ait été placé à chaque extrémité d'une ligne de longueur l, le courant qui traversera le poste récepteur sera donné par la formule

$$I = \frac{V}{\frac{1}{2}e^{al}} \frac{Z}{(Z+Z_r)^2} \frac{1}{1 - e^{-2al}\left(\frac{Z_r - Z}{Z_r + Z}\right)^2},$$

V étant une force électromotrice sinusoïdale (notation symbolique imaginaire) et e la base des logarithmes népériens.

Le dernier facteur devient très voisin de l'unité, à cause de la présence du terme e^{-2al}, quand la longueur de la ligne augmente, et en fait il peut être négligé dans les cas usuels. Le courant prend, dans ces conditions, l'expression plus simple

$$I = \frac{V}{\frac{1}{2}e^{al}} \frac{Z}{(Z+Z_r)^2},$$

à laquelle on peut donner sans difficulté une interprétation physique :

La ligne téléphonique d'une longueur suffisante se comporte aux deux extrémités comme une impédance Z et affaiblit la force électromotrice du courant suivant la loi exponentielle $\frac{1}{2}e^{al}$.

En effet la force électromotrice, au début de la ligne, sera

$$V_1 = V\frac{Z}{Z+Z_r}.$$

Elle sera à l'arrivée

$$V_2 = \frac{V_1}{\frac{1}{2}e^{al}} = \frac{V}{\frac{1}{2}e^{al}} \frac{Z}{Z+Z_r}$$

et donnera, dans le circuit $Z + Z_r$ du poste d'arrivée, un courant

$$I = \frac{V_2}{Z + Z_r} = \frac{V}{\frac{1}{2} e^{al}} \frac{Z}{(Z + Z_r)^2}.$$

Considérons maintenant le dispositif suivant, auquel la remarque précédente fait immédiatement songer : deux résistances égales R reliées entre elles, à chacune de leurs extrémités, par une impédance Z et un appareil Z_r.

Le courant I′, qui traversera l'appareil d'arrivée, se calcule immédiatement

$$I' = \frac{V}{(Z + Z_r)^2} \frac{Z^2}{2(R + Z_1)}.$$

En appelant Z_1 la quantité

$$Z_1 = \frac{Z - Z_r}{Z + Z_r}.$$

La ligne artificielle ainsi constituée sera équivalente à la ligne réelle, si l'on a

$$(1) \qquad e^{al} = 4 \frac{R + Z_1}{Z}.$$

Il suffira donc de donner à R une valeur convenable.

Hâtons-nous d'ajouter que, dans la ligne réelle, les quantités a et Z varient avec la fréquence, tandis que, dans la ligne artificielle envisagée, les impédances ont une valeur constante. Cette remarque essentielle va nous permettre, en nous éclairant sur l'imperfection du dispositif, d'en déterminer les limites d'emploi.

1° Dans le cas des lignes aériennes de fort calibre, les caractéristiques de la ligne sont pratiquement indépendantes de la fréquence. La ligne artificielle sera satisfaisante. Elle pourra remplacer la ligne aérienne pour des recherches de laboratoire. Associée à une ligne souterraine réelle, elle pourra donner d'utiles renseignements sur les lignes mixtes aéro-souterraines.

2° Dans le cas où les caractéristiques de la ligne réelle varient avec la fréquence, comme pour les lignes souterraines, elle permettra de résoudre un problème fort intéressant. Quand l'équivalence aura été réalisée, la valeur trouvée pour l'affaiblissement a permettra d'étudier quelle est,

parmi toutes les fréquences de la voix humaine, celle qui a le plus d'importance et qui doit être envisagée dans les problèmes de téléphonie.

3° Enfin l'impédance Z_r de l'appareil n'apparaît dans la formule (1) que dans le terme Z_1, qui est toujours petit devant R et de plus varie peu avec les différents appareils connus. Il en résulte que le dispositif indiqué sera particulièrement applicable à l'étude et à la comparaison des appareils téléphoniques au point de vue de leur emploi pour la téléphonie à grande distance.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la chaleur sur le sulfite d'argent et ses sulfites doubles alcalins. Formation de dithionate.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

Dans un Mémoire [1] publié en 1843 et relatif à l'emploi du gaz sulfureux et des sulfites en docimasie, Berthier énonce que le sulfite d'argent mis dans l'eau bouillante ou desséché sur un filtre à une chaleur voisine de 100° se transforme en sulfate d'argent avec dépôt d'argent métallique, et que, si l'on ajoute un sulfite alcalin en excès à l'eau dans lequel on le fait bouillir, le sulfite est complètement réduit. Mais, *dans ce second cas*, Berthier ne mentionne nullement la formation d'acide sulfurique. Ce qui attire l'attention de l'auteur c'est la séparation complète de l'argent, considérée au point de vue docimasique.

Plusieurs chimistes ont confirmé cette décomposition facile du sulfite d'argent en sulfate, argent métallique et gaz sulfureux quand on le chauffe en présence de l'eau.

Or, quand on opère, comme le dit Berthier, à 100°, cela n'est vrai que pour une faible fraction du sulfite; car, dans ces conditions, la décomposition du sulfite d'argent donne surtout (plus de 80 pour 100) du dithionate ou hyposulfate par condensation de 2^{mol} de sulfite avec perte d'argent.

$$2\,SO^3Ag^2 = S^2O^6Ag^2 + Ag^2. \qquad (A)$$

Dans le seul cas où l'on opère à haute température, comme le faisait Geitner qui chauffait à 200°, la production en quantité notable des acides sulfurique et sulfureux s'explique par la décomposition de l'acide dithionique.

Il n'y a donc pas à s'étonner de voir reproduite, dans les différents Traités,

---

(1) *Ann. Chim. et de Phys.*, 3e série, t. VII, p. 74.

cette erreur que, *si l'on fait bouillir le précipité de sulfite d'argent mis en suspension dans l'eau, la moitié de l'argent se sépare comme métal, tandis que le reste se dissout comme sulfate* ([1])

$$(B) \qquad 2Ag^2SO^3 = Ag^2SO^4 + Ag^2 + SO^2.$$

Mais le tort de certains auteurs d'Ouvrages modernes c'est d'avoir grossi l'erreur en voulant généraliser la réaction et en l'étendant sans donnée positive et sans vérification au cas des sulfites doubles, c'est-à-dire à la solution d'un sel d'argent dans un excès de sulfite alcalin, puisque aucun expérimentateur, pas même Berthier, n'a mentionné la formation d'acide sulfurique lors de la décomposition d'un sulfite double. C'est ce qu'ont fait cependant M. Colson, à l'article *Argent* du Traité de Moissan, quand il indique que *à l'ébullition un excès de sulfite alcalin dédouble l'azotate d'argent en sulfate et métal libre* ([2]), de même que Treadwell, dans son *Traité d'Analyse* en donnant à l'appui une formule de réaction :

$$(C) \qquad 2\left(\begin{matrix}Na\\Ag\end{matrix}\!\!>SO^3\right) = Na^2SO^4 + Ag^2 + SO^2.$$

Car avec ces sulfites doubles également, il y a production de dithionate quand on chauffe leurs solutions à 100°, et cette transformation est presque totale (plus de 95 pour 100).

$$(D) \qquad 2\begin{matrix}SO^3Na\\|\\Ag\end{matrix} = S^2O^6Na^2 + Ag^2.$$

Il est en effet facile de montrer d'abord qu'il ne se forme que fort peu de gaz sulfureux lors de la décomposition à 100° de ces sulfites doubles. Car si, dans une liqueur faite avec 12^g de sulfite neutre $Na^2SO^3 + 7H^2O$ et $2^g,7$ de nitrate d'argent pour 120^{cm^3}, préalablement chauffée *en vase clos* pendant 30 minutes à 100° (tout le sulfite double est alors décomposé et tout l'argent précipité), on ajoute après refroidissement et peu à peu du chlorure de baryum en excès en présence de méthylorange, ce n'est que lorsque le sulfite alcalin restant est presque entièrement précipité que l'orangé vire au rose et que se manifeste l'odeur du gaz sulfureux, mais faiblement ([3]). Cependant, si la réaction indiquée par l'égalité (C) était la véritable, comme la chauffe en vase clos empêchait toute perte d'acide sulfureux, on aurait dû avoir, avec les $2^g,7$ de AzO^3Ag employé, formation de $1^g,509$ de pyrosulfite alcalin et constater une forte odeur de

---

([1]) TREADWELL, *Traité d'Analyse*, 4e édition, t. I, 1906, p. 292.

([2]) MOISSAN, *Traité de Chimie*, t. V, 1906, p. 556 et 557.

([3]) On sait que, les pyrosulfites alcalins étant seuls stables, lorsqu'on les décompose par l'addition d'un sel de baryum, la moitié de l'acide sulfureux est mis en liberté.

gaz sulfureux comme le prouve une contre-épreuve faite en opérant de même avec une solution de 12g de sulfite dans 120cm³ d'eau à laquelle on a ajouté seulement 0g,5 de pyrosulfite.

De plus, si l'on neutralise le liquide traité par le chlorure de baryum, de façon à séparer la totalité de l'acide sulfureux dont le sel de baryte est complètement insoluble en milieu neutre, et qu'on filtre, on a une liqueur, stable à froid et où l'on ne peut déceler par les réactifs usuels que le chlorure de baryum, mais qui, à l'ébullition, surtout si on l'a acidifiée par HCl, dépose du sulfate de baryum en dégageant du gaz sulfureux facile à caractériser et qu'on peut même doser, si l'on opère en vase clos. En opérant de la sorte, j'ai trouvé, comme sulfate de baryte déposé, un poids sensiblement égal à celui obtenu avec l'acide sulfurique provenant du gaz sulfureux entraîné par un courant de gaz carbonique et recueilli dans un milieu oxydant.

La formation de l'acide dithionique n'est donc pas douteuse, puisqu'on retrouve les caractères fondamentaux des dithionates dans le liquide purifié de l'excès de sulfite alcalin et de sulfate.

La réaction est l'analogue de celle observée par Spring [1] pour les hyposulfites doubles des alcalis et des métaux lourds (Pb, Hg, Ag) qui, à 100° en présence de l'eau, lui ont donné du trithionate avec séparation du métal lourd sous forme de sulfure

$$2\left(SO^2\begin{matrix}\diagup OK \\ \diagdown SAg\end{matrix}\right) = (KSO^3)^2S + Ag^2S.$$

Il me reste à établir que lors de la décomposition, à 100° et en présence de l'eau, du sulfite d'argent et de ses sulfites doubles alcalins, la production de l'acide dithionique est la réaction principale. C'est la voie docimasique qui me permettra de résoudre le problème et d'éviter l'erreur où sont tombés mes devanciers, pour s'être limités aux données sommaires de l'analyse qualitative.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Localisation des ferments protéolytiques dans la* Vasconcellea quercifolia. *Présure et latex coagulable spontanément.* Note de M. C. **Gerber**, présentée par M. Guignard.

Dans nos recherches antérieures sur la localisation des ferments protéolytiques chez les plantes vertes, nous avons établi que : 1° la feuille est plus riche et la racine moins riche en ces diastases que la tige ; 2° le parenchyme

(1) *Bull. Ac. roy. Belgique*, 43e année, 2e série, t. XXXVII, 1874, p. 45.

foliaire est plus actif que les nervures; 3° dans la tige, les ferments protéolytiques sont localisés dans l'écorce (en y comprenant le liber); le bois et la moelle en sont totalement dépourvus; 4° dans la racine, ils sont presque uniquement contenus dans la région externe, libérienne, du cylindre central. Les quelques exceptions (Solanées, Thyméléacées, etc.) que nous avons rencontrées à ces règles s'expliquent par l'existence d'un liber anormal (interne ou intra-ligneux), les ferments protéolytiques suivant celui-ci dans ses pérégrinations.

Vasconcellea quercifolia Saint-Hil. fait, lui aussi, exception, et cela dans une mesure beaucoup plus forte que les végétaux précédents.

Déterminons en effet l'activité présurante des diverses parties de cette plante [1] et rapportons-la à celle du parenchyme foliaire prise comme unité. Nous obtenons les chiffres suivants :

	Membres âgés de 5 mois.				Membres âgés de 6 ans.					
	Feuilles.				Tige.				Racine.	
Dose de macéré.	Parenchyme.	Nervures.	Tige.	Racine.	Écorce et liber.	Bois externe.	Bois interne.	Moelle.	Écorce et liber.	Bois.
I. — Temps de coagulation, a 55°, de 5^{cm^3} de lait emprésuré avec macéré de *Vasconcellea*.										
a. Lait cru.										
cm³	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s
0,40...	0.55	0.30	20.00	1.30	420.00	105.00	45.00	180.00	55.00	50.00
0,20...	2.40	1.15	([2])	5,45	([2])	([2])	([2])	([2])	([2])	([2])
0,10...	20.00	4.00	([2])	45.00	([2])	([2])	([2])	([2])	([2])	([2])
b. Lait bouilli.										
0,40...	1.00	0.40	3.00	1.20	11.00	7.30	6.15	8.00	6.15	6.00
0,20...	1.50	1.15	5.30	2.45	21.00	14.30	12.00	15.00	11.30	11.00
0,10...	3.40	2.10	10.40	5.25	40.00	27.00	23.00	28.00	21.30	21.00
II. — Activités présurantes rapportées a celle du parenchyme foliaire.										
	1,00	**1,50**	0,33	**0,75**	0,09	**0,13**	**0,16**	**0,12**	0,16	**0,17**

[1] En suivant la méthode décrite dans les *Comptes rendus Soc. sav.* (Congrès de Rennes) et dans les *Comptes rendus*, 13 avril 1909, et en se limitant, pour le calcul, aux vitesses de coagulation du lait bouilli, la loi de Segelck et Storch n'étant pas applicable au lait cru.

[2] Pas de coagulation au bout de 300 minutes.

On voit que, contrairement à ce qui s'observe dans la grande majorité des plantes : 1° les nervures foliaires sont plus actives que le parenchyme ; 2° le bois de la racine et de la tige est actif et contient plus de présure que l'écorce et le liber ; 3° la moelle de la tige coagule le lait.

On ne saurait invoquer ici, pour expliquer ces dérogations, la présence d'un liber anormal, car ni la moelle, ni le bois ne possèdent de tubes criblés.

Si l'on pratique une section transversale à travers un tronc et une racine de *Vasconcellea quercifolia* de la grosseur du bras, on voit perler, à la surface, des gouttelettes de latex qui, coagulant presque instantanément, restent bien distinctes les unes des autres. Ces gouttelettes, grosses et abondantes dans le bois, surtout dans sa moitié interne, sont petites et moins nombreuses dans l'écorce et la moelle.

De même, une section de la feuille montre que le latex est plus abondant dans les nervures que dans le parenchyme. Ces observations, rapprochées des précédentes, montrent qu'il y a proportionnalité entre l'activité présurante des diverses parties de la plante et leur teneur en latex ; elles autorisent à penser que ce dernier est la cause des dérogations excessives à la règle générale que nous observons.

La confirmation de cette hypothèse est fournie par le fait qu'un même poids de latex coagulé ($0^g,05$) prélevé sur les diverses régions de la section de la tige et de la racine, détermine la coagulation, à 55°, d'une même quantité de lait bouilli (15^{cm^3}) dans le même temps (2 minutes environ). Quant au caillot ainsi formé, il exige, pour se redissoudre, des temps peu différents les uns des autres (35 à 40 minutes).

Le *Vasconcellea quercifolia* Saint-Hil. est extrêmement présurant et protéolytique parce qu'il contient du latex [1]. Étant données les diastases caséifiantes très actives que nous avons découvertes dans les Euphorbiacées, les Papavéracées, les Artocarpées et autres plantes à latex, nous pourrions être tenté de généraliser et de dire que toutes les plantes contenant des laticifères sont riches en ferments protéolytiques. Ce serait une erreur, car :

1° Les Lactaires, ces champignons dont le chapeau et les lames blessées laissent écouler en abondance un suc laiteux, de couleur variable, sont si peu actifs que la majorité d'entre eux n'arrivent même pas à coaguler le lait

---

(1) Rappelons que M. Guignard a montré, dans ses belles *Recherches sur certains principes actifs encore inconnus chez les Papayacées* (*J. de Bot.*, 1894), que ce latex est, au contraire, dépourvu de myrosine, laquelle existe surtout dans le parenchyme foliaire.

sensibilisé, alors que d'autres champignons, dépourvus de ce liquide particulier, sont très actifs, même sur le lait non sensibilisé, ainsi que nous le montrerons dans une prochaine Communication;

2° *Funtumia elastica* Stapf, *Artocarpus incisa* Forst., *Artocarpus integrifolia* Lin. sont si peu présurants que $0^{cm^3},4$ de macéré au cinquième des feuilles desséchées de ces plantes n'ont pu déterminer la coagulation de 5^{cm^3} de lait cru ou bouilli, à 55°, au bout de 3 heures pour les deux premiers, et que celle-ci ne s'est produite qu'au bout de 28 minutes (lait bouilli) et 35 minutes (lait cru) pour le troisième; et cependant ces trois végétaux sont très riches en latex. Il est vrai qu'une différence essentielle sépare les latex des plantes très présurantes de ceux des plantes peu actives : les premiers coagulent spontanément, parfois presque instantanément (*Vasconcellea*); les seconds ne coagulent pas.

Il semble donc exister une relation entre le caractère présurant de certaines plantes et la coagulabilité de leur latex.

On comprend, sans qu'il soit nécessaire d'insister, l'intérêt qu'il y a à étudier sous ce point de vue les plantes à caoutchouc et, plus particulièrement, celles qui, comme certains *Sapium* de l'Équateur, le *Landolphia Kirkii* Dyer du Mozambique et le *Manihot Glaziovii* Müll. Arg. de Ceara, coagulent spontanément leur latex. Aussi orientons-nous nos recherches dans cette voie.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les ferments de la graisse des vins.* Note de MM. E. KAYSER et E. MANCEAU, présentée par M. Troost.

Nous présentons à l'Académie les résultats définitifs de nos recherches poursuivies depuis 1900 sur l'isolement des germes caractéristiques de la maladie de la graisse des vins, sur l'étude de leurs conditions d'existence, de leurs aliments et des produits de leur élaboration.

Les ferments de la graisse des vins sont tous des bacilles trapus, dont la longueur est ordinairement inférieure à 2^{μ}, tous sont des anaérobies et des ferments des sucres.

Ils comprennent plusieurs familles, différenciées par certains caractères morphologiques (dimensions, groupement en chaînes plus ou moins longues ou contournées), et par des caractères physiologiques [préférence pour le lévulose ou le glucose [1], exigence d'un aliment azoté particulier, etc.].

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 247.

Les principaux produits de la fermentation du lévulose, du glucose et du saccharose sont identiques à ceux que donne, avec les mêmes sucres, le ferment mannitique de Gayon dont les ferments de la graisse sont voisins par leur forme et leurs dimensions; mais les proportions des produits élaborés peuvent différer sensiblement des proportions constatées pour le ferment mannitique, dans les mêmes conditions de culture. Ces proportions varient également, pour un même milieu, d'une famille à une autre. Elles ne sont pas rigoureusement identiques pour les ferments d'une même famille et dépendent, pour un ferment déterminé, de la composition du milieu et de la température.

Les ferments de la graisse sont entourés d'une enveloppe glaireuse que nous avons pu rendre visible au microscope. Le ferment mannitique ne possède pas cette enveloppe.

Nous avons étudié le développement des ferments de la graisse dans des milieux artificiels dont nous avons précédemment fait connaître la préparation et dans un grand nombre de vins.

Dans les vins, l'altération se déclare d'autant plus facilement que la proportion d'alcool et celle de l'acide tartrique libre sont plus faibles. Nous insistons tout particulièrement sur l'influence de l'acidité libre. La conservation d'un vin, sa résistance aux ferments de la graisse et, plus généralement, aux divers germes de maladies, sont d'autant mieux assurées que l'acidité libre compte pour une proportion plus élevée dans l'acidité totale (1). Le tanin joue un rôle secondaire dans les vins blancs. Nous avons pu rendre filants des vins blancs additionnés de $0^g,5$ de tanin par litre.

Les vins rouges deviennent rarement filants et l'on attribuait cette propriété à la proportion relativement élevée du tanin que ces vins renferment. Il est certain que l'influence antiseptique du tanin est sensible dans les vins rouges, mais la fréquence de l'altération dans les vins blancs paraît due principalement à la présence de sucre provenant d'une fermentation alcoolique généralement incomplète dans les vins blancs.

Une proportion élevée de matières azotées, de phosphates, de sels de potasse, favorise le développement des ferments de la graisse dans les vins.

Toutes les influences que nous signalons sont connexes et c'est, en quelque sorte, leur résultante qui détermine l'aptitude du vin à devenir filant. Il est donc bien difficile d'indiquer les proportions d'alcool, d'acidité libre, de tanin, etc., au delà desquelles le vin devient réfractaire à la graisse.

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 725.

Ces limites sont d'autant plus incertaines que nos recherches ont mis en évidence les influences de germes étrangers aérobies et anaérobies [1], influences qui permettent aux germes de la graisse de se multiplier dans des conditions de température, d'aération, de composition du vin, dans lesquelles leur existence, à l'état de culture pure, serait impossible.

Les levures alcooliques, le *mycoderma vini*, le *mycoderma aceti*, peuvent, dans certaines circonstances, favoriser le développement des ferments de la graisse; mais, le plus souvent, les ferments visqueux sont associés à un grand nombre d'autres germes, peu ou point connus, et dont nous avons constaté la présence dans des vins normaux provenant de régions diverses. Parmi ces germes nous avons isolé, jusqu'à ce jour, quatre aérobies : une sarcine, deux coccus et un bacille [2].

La graisse des vins est ordinairement une altération complexe et la variété des germes associés au ferment de la graisse permet de comprendre les variations signalées dans la composition des vins devenus naturellement filants.

Comme conclusion applicable à la pratique, nous estimons que le choix judicieux de l'époque de la vendange, les soins nécessaires pour assurer une fermentation alcoolique complète, les manipulations ordinaires (soutirage, collage, etc.) constituent des mesures préventives suffisantes pour éviter l'altération.

ZOOLOGIE. — *Sur les formes hypertrophiques et la croissance dégénérative chez quelques Acinétiens.* Note [3] de M. **B. Collin.**

La culture intensive avec suralimentation constante est capable de produire sur l'organisme des Infusoires tentaculifères (*Acinétiens*) de profondes modifications d'ordre morphologique et physiologique qu'il m'a paru intéressant d'étudier de plus près.

Observations. — *Tokophrya elongata* (Clap. et Lachm.) est, dans les conditions naturelles, une espèce toujours fixée, pourvue d'un style bien développé. Elle donne aisément en culture une *variété flottante* à pédoncule de plus en plus réduit, adaptée à la vie libre à la surface du liquide. Au bout d'un temps variable apparaissent des

(1) *Comptes rendus,* t. CXLVI, p. 92.
(2) *Comptes rendus,* t. CXLV, p. 352.
(3) Reçue dans la séance du 18 octobre 1909.

exemplaires complètement *astyles*, provenant tantôt d'adultes détachés de leur pédoncule, tantôt d'embryons récemment métamorphosés, tombés au fond des verres de montre sans s'y fixer. C'est là une véritable *race culturale dégénérée, héréditairement transmissible et incapable de faire retour au type normal*. Le pôle stylaire reste toujours reconnaissable à sa forme obtusément tronquée et à l'absence de tentacules; des bourrelets radiaires l'entourent souvent, comme on en voit à l'ombilic d'une pomme à côtes. Sur des milliers d'individus provenant de ces cultures, à peine voit-on reparaître chez quelques-uns une trace d'anneau cuticulaire, faible souvenir du type ancestral. Les exemplaires anormaux sont fréquents, avec quatre ou cinq faisceaux de tentacules au lieu de trois, ou bien une forme inusitée en triangle équilatéral ou scalène, voire même profondément lobée à la façon d'une étoile à trois branches.

Souvent les embryons présentent des malformations diverses et produisent d'emblée des adultes monstrueux; beaucoup sortent de la cavité embryonnaire avant d'être complètement détachés du parent, ou même ne parviennent pas à se libérer et, après avoir agité vainement leurs cils pendant le temps normal de la période de nage, se développent sur place en adultes. Ils ressemblent ainsi tout à fait à un bourgeon externe tentaculé, bien singulier chez une *Tokophrya*, si l'on ne savait son origine.

On rencontre çà et là des individus bifides soit au pôle apical, soit au pôle stylaire, et parfois si profondément qu'on croirait à une fissiparité longitudinale prochaine. La pratique des isolements démontre qu'elle ne se produit jamais; ces sortes de *monstres doubles* sont simplement les premiers stades d'exemplaires qu'une croissance hypertrophique va déformer peu à peu jusqu'à leur faire perdre les dernières traces de leur symétrie primitive. L'Acinétien n'est bientôt plus qu'un corps indéfinissable, aux protubérances multiples hérissées de tentacules sans nombre; il se nourrit et s'accroît toujours. J'ai obtenu des exemplaires de $400^{\mu} \times 500^{\mu}$, c'est-à-dire ayant environ 200 fois le volume d'un grand individu normal de leur espèce, et ne montrant plus *aucun des caractères originels, génériques ou spécifiques*. Ces masses de cytoplasme, relativement énormes, sont criblées de vacuoles contractiles et parcourues en tous sens par les cordons enchevêtrés d'un macronucléus rameux, souvent fragmenté; l'abondance de *tinctine* empêche malheureusement de suivre le sort du ou des micronucléi.

Mais ces processus morbides ont leur fin : même dans la culture mère (toujours très florissante depuis 9 mois), beaucoup d'individus n'achèvent pas leur évolution. Parvenus à une certaine taille, ils cessent de s'alimenter et rétractent leurs tentacules; leur cytoplasme devient opaque et brunit, envahi souvent par une grande vacuole de dégénérescence; leur noyau se désorganise et s'émiette en passant par un stade entièrement chromidial, puis se résorbe tout à fait. Ces exemplaires géants se meurent de *mort physiologique* par épuisement fonctionnel, entourés d'autres qui s'accroissent encore et absolument sains.

Avec d'autres espèces, ces résultats sont différents : *Tokophrya Steinii* (Cl. et L.) atteint en culture des dimensions bien supérieures à la normale (400^{μ} et au delà), mais l'ensemble des caractères morphologiques demeure inaltéré. Ici aussi, les embryons donnent volontiers naissance à une variété *astyle*, ou bien, ne parvenant pas à se libérer, se développent sur le corps du parent : on en trouve jusqu'à deux ou trois émis successivement par le même orifice. Chez *Tokophrya infusionum* (Stein) les modifications d'aspect ne dépassent pas non plus la limite des variations observées par

les auteurs; mais, sur la fin, tous les individus dégénèrent. Leur noyau se gonfle en perdant toute structure par un curieux processus de chromatolyse précédé d'une forme en fuseau, à granules chromatiques alignés, extrêmement semblable au stade préparatoire de l'amitose. Les derniers individus qui persistent n'ont plus qu'une mince couche de cytoplasme entourant un noyau énorme. Le pôle postérieur sécrète en abondance une gelée muqueuse, sorte de kyste inachevé.

J'ai rencontré enfin, chez *Acineta patula* Clap. et Lachm. (et, cette fois, *dans la nature*), au milieu d'exemplaires normaux dont quelques-uns en conjugaison, de nombreux cas d'anomalies d'origine hypertrophique, au sein d'un peuplement très dense. La partie du corps extérieure à la loge, sorte de dôme hémisphérique couvert de tentacules, s'allonge d'abord démesurément en colonne cylindrique, puis s'étrangle à sa base où un nouveau dôme se reforme, et ainsi de suite, jusqu'à 2 et 3 fois. L'étranglement est souvent très prononcé, mais je ne saurais dire s'il peut aller ou non jusqu'à séparation complète. Le noyau, qui présente par ailleurs de *nombreux caractères morbides* (énormes nucléoles, blocs hyperchromatiques, fragmentation fréquente), se répartit par amitose entre les divers segments du corps, souvent sans régularité, de telle façon que, si ces segments s'isolaient, beaucoup d'entre eux ne seraient pas viables. La même colonie renfermait également un embryon cilié en voie de développement et *complètement anucléé*.

Conclusions. — Ces premiers résultats montrent qu'on peut espérer beaucoup du groupe des Acinétiens au point de vue expérimental; l'ensemble de caractères qui constituent le *type* générique ou spécifique y apparaît en effet comme infiniment plus accessible et plus aisément transformable par les conditions du milieu que chez aucun autre groupe de protistes. On en peut donner deux raisons :

1° Par leur *vie sédentaire et immobile*, comme par leur *mode de nutrition*, les Infusoires suceurs ne sont pas (à l'égal des Ciliés pourvus d'un appareil locomoteur et péribuccal complexe) des êtres à symétrie nécessairement précise, aux corrélations étroites retentissant sur l'organisme entier. Leur corps peut varier de forme et de volume dans des limites très larges, sans que rien se trouve changé au point de vue du fonctionnement.

2° La *division fissipare* n'intervient pas ici, comme chez les Infusoires ciliés, à titre de phénomène régulateur étroitement lié à l'accroissement et maintenant l'espèce en deçà d'une *taille maximale* (Theilungsgrösse) constante pour des conditions de milieu définies (Hartwig, Popoff, etc.). Par la formation d'embryons (indépendante d'ailleurs de l'accroissement acquis) l'Acinétien sépare de temps à autre une portion de cytoplasme épuré pourvu d'un noyau rajeuni), et demeure (en tant qu'*individu parent*) identique à lui-même, capable de croître encore, on pourrait dire *a priori* presque indéfiniment. Il ne se résout plus, comme son ancêtre le Cilié, tout

entier en deux individus filles, disparaissant en eux à chaque génération. Le phénomène du bourgeonnement (bien que dérivé sans aucun doute de la division égale) a introduit dans tout le groupe des Tentaculifères, quant au *cycle de l'individu*, des conditions absolument nouvelles qu'il y aura lieu d'étudier.

ZOOLOGIE. — *Sur les Mollusques marins provenant des campagnes scientifiques de M. A. Gruvel en Afrique occidentale*, 1906-1909. Note de M. **Ph. Dautzenberg**, présentée par M. Perrier.

Bien que l'Afrique occidentale soit la région tropicale la plus rapprochée de nous, on peut dire qu'elle est l'une des moins connues du globe au point de vue de sa faune malacologique marine.

Depuis Adanson qui, dans son *Voyage au Sénégal*, fit connaître en 1757 un grand nombre de Mollusques de ce pays, aucun travail d'ensemble n'a été élaboré sur le même sujet, et les renseignements qui ont été fournis se trouvent disséminés dans des publications diverses. Parmi les explorateurs dont les recherches ont contribué à faire mieux connaître la faune de l'Afrique occidentale, on peut citer :

Rang, 1837; Rousseau, 1841; Dr Tams, 1841, 1842; A. Schmidt; Dr Stübel; Dohrn, 1864, 1865; capitaine Knocker, 1870; capitaine Davis; A. Bouvier et de Cessac, 1870, 1874; Dr Studer, 1874; von Maltzan, 1882; de Rochebrune; Dr C. Doelter; Quiroque, 1885; Dr P. Fischer (expéditions du *Travailleur* et du *Talisman*); Pousouby.

Marquis de Monterosato; Ed. Chevreux, 1889, 1890; abbé Culliéren, 1890; capitaine Le Chatelier, 1892; comte de Dalmas, 1895, 1896; Font y Sagué, 1902; S. A. S. le Prince Albert de Monaco, 1897-1904; amiral Keppel; Dr Jullien; Chautard; capitaine Vignon, etc.

La plupart des récoltes de ces naturalistes ont été étudiées et décrites par Petit de la Saussaye, Dunker, Menke, Reibisch, Dohrn, E.-A. Smith, Marrat de Rochebrune, von Martens, von Maltzan, Tausch, Hidalgo, Dr P. Fischer, Locard, de Monterosato, Dautzenberg, H. Fischer et Sowerby.

A ces diverses contributions, viennent s'ajouter aujourd'hui les importantes récoltes de M. le Professeur A. Gruvel, effectuées de 1906 à 1909; mais plus particulièrement en 1908 et 1909. Elles sont d'autant plus intéressantes qu'elles modifient sensiblement les données que nous possédions déjà sur les rapports de la faune de l'Afrique occidentale avec celles des mers d'Europe; elles nous font connaître, en grande partie, la faune de la région inhospitalière comprise entre la baie du Lévrier et le Sénégal, et qui n'avait pas encore été explorée au point de vue malacologique.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il serait prématuré de vouloir

établir d'une manière précise les relations de la faune de l'Afrique occidentale avec celles des autres pays; mais les récoltes de M. Gruvel permettent cependant d'indiquer que la proportion des espèces européennes et surtout méditerranéennes qui se propagent le long de la côté océanique de l'Afrique est plus considérable qu'on ne le supposait. En dressant en 1889 une liste des coquilles de Casa-Blanca et de Mogador, le marquis de Monterosato avait déjà mis ce fait en lumière pour ce qui concerne le littoral atlantique du Maroc. Aujourd'hui, nous pouvons dire qu'un grand nombre de Mollusques européens descendent encore plus au Sud. Nous avons, en effet, rencontré dans les récoltes de M. Gruvel 98 espèces méditerranéennes dont 79 vivant dans les parages du cap Blanc, 34 sur les côtes de Mauritanie et 52 au Sénégal.

La collection fournie par M. Gruvel comprend 352 espèces dont 18 sont entièrement nouvelles; elle nous a permis de fixer l'habitat de plusieurs formes dont la provenance était inconnue ou douteuse, de reconnaître un certain nombre d'espèces qui avaient été insuffisamment décrites et de rectifier plusieurs erreurs de nomenclature. Parmi les nombreux autres résultats intéressants fournis par les récoltes de M. Gruvel, nous signalerons l'existence, dans la baie du Lévrier, d'une espèce du genre *Brocchia* (*Brocchia sulcosa* Brocchi), qui n'était qu'à l'état fossile dans le Miocène et le Pliocène, et la découverte, dans les mêmes parages, d'une forme nouvelle : *Genotia* (*Oligotoma*) *Lamothei*, appartenant à un groupe de Pleurotomidés dont on ne connaissait aucun représentant en dehors du Miocène de la Touraine et de l'Italie.

En présence de résultats aussi considérables, il serait à souhaiter que M. Gruvel pût étendre ses investigations dans le golfe de Guinée et même jusqu'au cap de Bonne-Espérance, ce qui lui permettrait sans aucun doute de réunir des matériaux suffisants pour rendre possible la publication d'une faune malacologique de toute l'Afrique occidentale.

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude du développement des Lucernaridés.* Note [1] de M. W. **Wietrzykowski**, présentée par M. Yves Delage.

La riche faune de Roscoff renferme trois espèces de Lucernaridés : *Haliclystus octoradiatus* Clark., *Lucernaria campanulata* Lamour., et *Lucernaria*

---

[1] Présentée dans la séance du 26 octobre 1909.

Leuckarti Tasch. (*Craterolophus Tethys* Clark.). Cette dernière espèce n'a pas été signalée jusqu'à présent à Roscoff. Elle y est d'ailleurs fort rare. *Lucernaria campanulata* Lamour. est plus commune, mais on ne peut s'en procurer que pendant les fortes marées; par contre, *Haliclystus* est extrêmement abondant à Roscoff, partout où l'on trouve des Zostères, et les recherches ont porté surtout sur ce dernier genre.

Nos connaissances sur le développement des Lucernaridés se réduisent à peu de choses. Il n'y a, à ma connaissance, que deux travaux sur ce sujet : ceux de Kovalewsky et de Bergh. Kovalewsky a vu le premier la segmentation de l'œuf et la planula; Bergh complète sur certains points les recherches de Kovalewsky, mais n'y ajoute rien de nouveau, sauf quelques dessins d'ailleurs fort schématiques. L'évolution ultérieure de la planula reste donc complètement inconnue.

La planula qui sort de la coque est un être allongé mesurant 116^{μ} environ de longueur sur 18^{μ} dans le sens transversal. L'ectoderme qui la revêt extérieurement forme une couche continue composée de cellules à section hexagonale et très aplaties tangentiellement. Je n'ai pas pu voir de cils vibratiles sur l'ectoderme. Les cellules endodermiques, généralement au nombre de 16, ne forment qu'une seule rangée. Après quelques jours (1 à 4) de vie libre, la larve se fixe par son extrémité antérieure et prend la forme hémisphérique. Les planulas, avant de se fixer, se disposent par groupes composés de 2 jusqu'à 20 individus et arrivent, après la fixation, à se comprimer tellement les unes les autres qu'elles prennent des formes polygonales. Ces petites associations ont leur raison d'être, si l'on considère le mode de nutrition de ces larves. En effet, elles se nourrissent surtout de Nauplius, de Copépodes, c'est-à-dire d'animaux qui sont beaucoup plus grands qu'elles. Or, il semble que plusieurs larves d'un même groupe concourent à la capture des Nauplius qui viennent à les rencontrer. On voit souvent un Nauplius tué couvrir de son corps un groupe entier de larves, mais une seulement, rarement deux ou trois, en profitent. Celles-ci grossissent considérablement, tandis que les autres dépérissent peu à peu. Un seul Nauplius suffit pour que la larve grandisse beaucoup et puisse désormais capturer sa proie sans le concours de ses congénères.

Cette capture s'opère à l'aide des nématocystes : les filaments urticants de ces derniers, enfoncés dans le corps d'un Nauplius, l'empêchent de s'enfuir; d'ailleurs en une quinzaine de secondes il est complètement immobilisé. Après cela la larve l'attire peu à peu de manière à le placer au-dessus d'elle,

sans qu'elle-même change de place. L'ectoderme qui formait une couche continue s'est rompu au sommet de la larve de manière à former un orifice plus ou moins régulier mettant l'endoderme à nu. L'endoderme fait saillie au dehors et arrive à perforer le tégument de la proie; il m'a été impossible de voir par quel mécanisme. Les parties molles du Nauplius sont peu à peu englobées par les cellules endodermiques et sur les coupes on voit différentes particules, comme des fragments de muscles striés, pénétrer dans les cavités irrégulières dont est creusée la masse endodermique de la larve. Après 1 à 2 jours il ne reste du Nauplius que la carapace vide, qui est bientôt enlevée par les courants d'eau.

La larve grandit et devient vaguement quadrilobée et lorsqu'elle a atteint une certaine taille (environ 150^{μ} de diamètre) elle se met à bourgeonner : au sommet de chacun des quatre lobes apparaît un bourgeon tentaculiforme qui, aussitôt formé, se détache de la mère. Ces bourgeons ont la structure des planulas provenant de la segmentation des œufs. En effet, l'endoderme n'est formé que d'une seule rangée de cellules dont le protoplasma est réduit à un petit amas renfermant le noyau, le reste de la cavité cellulaire étant occupé par une vacuole. L'ectoderme très mince présente quelques nématocystes limités à la région postérieure du corps. Les bourgeons planuliformes et les planulas normales ne diffèrent que par la taille, les bourgeons étant plus grands ; le nombre de cellules endodermiques est également plus considérable. Ces bourgeons suivent exactement la même évolution que les planulas normales. Après quelques jours de vie libre, ils se fixent par leur extrémité antérieure, se rétractent pour devenir hémisphériques, croissent et finalement bourgeonnent de la même manière que la larve qui leur a donné naissance. Le mode d'apparition et la structure laissent supposer que ces singulières formations sont des tentacules larvaires caduques et capables de régénérer un être tout entier.

Au moment de la formation des premiers bourgeons on voit au centre de la surface d'adhésion de la larve une profonde invagination ectodermique de nature glandulaire. Cette invagination persiste longtemps, au moins dans tous les stades que j'ai observés jusqu'à présent, et représente évidemment le disque pédieux de l'animal adulte.

L'évolution ultérieure consiste en un allongement du corps qui devient filiforme. Peu après, on voit apparaître un peu au-dessous du sommet de la larve deux premiers tentacules définitifs du polype qui prennent exactement la forme et la structure des tentacules des adultes : ils sont creux, et leur

cavité très réduite est tapissée par une couche de cellules endodermiques; en outre ils sont terminés par une tête bourrée de nématocystes.

Au-dessus et dans l'espace limité par les deux premiers tentacules il se forme une saillie tronconique qui bientôt acquiert un grand développement de manière à égaler à l'état d'extension la longueur du tronc du polype : c'est l'hypostome. Cet état à deux tentacules persiste plusieurs jours et donne au jeune polype un aspect tout à fait caractéristique.

Un troisième tentacule apparaît latéralement et perpendiculairement aux deux premiers; il est situé légèrement plus haut, empiétant sur l'hypostome. Il atteint la longueur des deux premiers et à ce moment les trois tentacules forment entre eux des angles de 120°, disposition qui donne au polype la symétrie triradiale. L'apparition du quatrième tentacule opposé au troisième et situé un peu plus haut encore donne au polype une symétrie quadriradiale.

Ce stade à quatre tentacules est le stade le plus avancé obtenu jusqu'à présent et dont plusieurs exemplaires sont actuellement en élevage à Roscoff.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Surcreusement glaciaire du lac de Garde (Italie).* Note de M. **Gabriel Eisenmenger**, présentée par M. Michel Lévy.

Continuant les recherches que je poursuis depuis plusieurs années, dans les Alpes et en Écosse ([1]), au sujet de l'origine des lacs, je crois devoir signaler les résultats auxquels vient de me conduire l'étude du lac de Garde.

Ce lac a été considéré comme tectonique, c'est-à-dire résultant uniquement de l'affaissement d'une vallée fluviale, conformément à l'hypothèse de Rütimeyer pour expliquer la formation des lacs en bordure des Alpes (*Randseen*). Or les caractères actuels du lac de Garde relèvent plutôt de l'érosion glaciaire et conduisent à admettre que le lac a été profondément surcreusé par la glace.

1° Au nord de la ligne Salo-Garda, le lac de Garde est un véritable couloir glaciaire dont la section transversale est très nettement un U. Le

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 28 juin 1909, p. 1796.

versant occidental s'élève presque verticalement à 80ᵐ ou 100ᵐ et la profondeur atteint 346ᵐ; sur la terrasse préglaciaire s'est établi le village de Trémosine au bord même de la falaise qui tombe à pic dans le lac et témoigne d'un surcreusement très intense.

2° Les torrents affluents arrivent à une altitude supérieure à celle du lac et mettent bien en évidence le surcreusement de la vallée principale : tels sont les torrents qui, sur la rive occidentale, tombent en cascades de Garguano à Riva, et en particulier le Ponale, émissaire du Lago di Cedro. La rive orientale, depuis la pointe S. Virgilio à Torbole, présente au contraire un beau plan incliné, raboté par le glacier de l'Adige qui s'élevait sur les pentes du Monte-Baldo.

3° Dans la partie méridionale du lac, au sud de la ligne Salo-Garda, apparaît une protubérance dans l'axe de la vallée lacustre et dont l'existence s'explique par l'écoulement des eaux sous-glaciaires latérales, comme l'a montré M. Brunhes pour les vallées suisses (*Comptes rendus*, 28 mai et 5 juin 1906). Cette protubérance se traduit, dans le prolongement de la petite île de Sermione, par un haut fond recouvert de 44ᵐ d'eau seulement et limitant des fonds de 74ᵐ à l'Est et de 100ᵐ à l'Ouest.

4° Cette partie méridionale du lac de Garde est un lac de barrage glaciaire. Le glacier de l'Adige, au cours de la période glaciaire, a pris possession de la vallée et déposa dans la plaine lombarde un arc immense depuis Salo à l'Ouest jusqu'à Costernano à l'Est, en passant par Lonato, Castiglione, Volta et Somma-Campagna. Ce barrage glaciaire a eu pour effet de relever de 150ᵐ environ le niveau des eaux du lac; il est percé à Peschiera par la vallée du Mincio, émissaire du lac actuel.

5° Le lac de Garde a dû s'étendre primitivement beaucoup plus au Nord, car la plaine Arco-Riva est une belle cuvette glaciaire présentant les mêmes caractères que le lac lui-même.

6° Après le départ du grand glacier, l'Adige a trouvé son ancien lit encombré de matériaux glaciaires et le fleuve a dû se creuser un nouveau chenal parallèlement à la direction du lac. Les terrasses que j'ai relevées à 30ᵐ-45ᵐ et à 10ᵐ-12ᵐ au-dessus de l'Adige, permettent de rétablir les phases successives du creusement.

En résumé, si l'origine du lac de Garde est une dépression tectonique remontant aux temps mésozoïques, si, plus tard, eurent lieu des mouvements divers comme la surrection et la dislocation du Monte-Baldo, il faut reconnaître que la configuration actuelle du lac de Garde est l'œuvre d'un très puissant surcreusement glaciaire.

M. A. Guépin adresse une Note intitulée : *Les faux albuminuriques.*

A 4 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 novembre 1909.

Rapports scientifiques sur les travaux entrepris en 1908 au moyen des subventions de la Caisse des Recherches scientifiques. Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Offert par le Conseil d'Administration de la Caisse des Recherches scientifiques.)

Revue des travaux de Paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1901-1906, par M. R. Zeiller. (Extrait de la *Revue générale de Botanique*, t. XX-XXI, 1908-1909). Paris, Librairie générale de l'Enseignement, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Annales de l'Institut océanographique (Fondation Albert Ier, Prince de Monaco), publiées sous la direction de MM. Joubin et J. Richard; t. I, fasc. 1. Imprimerie de Monaco, 1909; 1 fasc. in-4°. (Hommage de S. A. S. le Prince de Monaco.)

Das Antlitz der Erde, von Eduard Suess; Bd. III. *Schluss des Gesamtwerkes*, mit 55 Textabbildungen, 3 Tafeln in Schwarzdruck und 5 farbigen Karten; Sach- und Namensregister in Beilage. Vienne, F. Tempsky; Leipzig, G. Freytag; 1909; 1 vol. et 1 fasc. in-4°. (Transmis par M. Michel Lévy. Hommage de l'auteur.)

The Scientific Papers of Sir William Huggins, edited by Sir William Huggins and Lady Huggins; with sixty-six illustrations. (*Publications of Sir William Huggins's Observatory;* vol. II.) Londres, William Wesley et fils, 1909; 1 vol. in-4°. (Hommage des auteurs.)

La Faune momifiée de l'ancienne Égypte et Recherches anthropologiques, par le Dr Lortet et M. C. Gaillard; 5e série. (Extr. des *Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, t. X.) Lyon, Henri Georg, 1909; 1 fasc. in-f°. (Hommage des auteurs.)

Principes de la théorie des fonctions entières d'ordre infini, par Otto Blumenthal. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Émile Picard. Hommage de l'auteur.)

Des notations mathématiques; énumération, choix et usage, par DÉSIRÉ ANDRÉ. Paris, Gauthier-Villars, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

La respiration de la Terre. L'écorce terrestre, ses mouvements rythmés et ses déformations permanentes, par CH. LALLEMAND. Paris, typ. A. Davy, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur les marées de l'écorce et l'élasticité du globe terrestre, par M. CH. LALLEMAND. (Extr. des *Comptes rendus*, 2, 9 et 29 août, 6 septembre 1909.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Le Rhinocéros blanc du Soudan (*Rhinoceros simus cottoni*), par E.-L. TROUESSART. (Extr. des *Proceedings of the Zoological Society of London;* juin 1909.) Londres; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. E. Perrier. Hommage de l'auteur.)

Revision des espèces types d'Hydroïdes de la collection Lamouroux, conservée à l'Institut botanique de Caen, par M. ARMAND BILLARD. (Extr. des *Annales des Sciences naturelles;* 9e série : *Zoologie;* t. IX. Paris, Masson et Cie, 1909; 1 fasc. in-8°.) (Présenté par M. E. Perrier. Hommage de l'auteur.)

Les ferments de la graisse des vins, par MM. E. KAYSER et E. MANCEAU. Épernay, imp. Henri Villers, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Troost. Renvoi à la Commission du prix Saintour pour 1910.)

La technique des hélices aériennes. Notions élémentaires sur le tracé, l'utilisation et la construction des hélices aériennes, par GASTON CAMUS. Paris, F.-Louis Vivien, 1909; 1 fasc. in-8°.

M. ANGOT, directeur du Bureau central météorologique, transmet les publications suivantes du *Bureau central de l'Association internationale de Sismologie :*

Katalog der im Jahre 1904 *registrierten seismischen Störungen;* zusammengestellt von ELMAR ROSENTHAL. Strasbourg, 1907; 1 fasc. in-4°.

Tremblements de terre ressentis pendant l'année 1904, par EMILIO ODDONE. Strasbourg, 1907; 1 vol. in-4°.

Comptes rendus des séances de la première réunion de la Commission permanente de l'Association internationale de Sismologie, réunie à Rome du 16 *au* 20 *octobre* 1906, rédigés par le Secrétaire général R. DE KÖVESLIGETHY. Budapest, imp. Viktor Hornyanszky, s. d.; 1 vol. in-4°.

Seismogramme des nordpazifischen und südamerikanischen Erdbebens am 16 *August* 1906. Auf Beschluss der permanenten Kommission der internationalen seismologischen Assoziation, herausgegeben von dem Zentralbureau und der kaiserlichen Hauptstation für Erdbebenforschung. [Texte] : *Beleitworg und Erlaüterungen,* von E. RUDOLPH und E. TAMS; mit einer Karte. Strasbourg, imp. M. Du Mont Schauberg, 1907; 1 fasc. in-4°. [Atlas] : Strasbourg, Jul. Manias et Cie, 1907; 1 étui contenant les planches, in-folio.